

MEDICINA PENTRU TOȚI  
**2**

ELENA BARNEA

# Echilibrul termic al organismului uman

(Microclimatul și sănătatea)



ȘTIINȚA PENTRU TOȚI  
SERIA MEDICINĂ

64/38

# Echilibrul termic al organismului uman

(Microclimatul și sănătatea)

ELENA BARNEA  
Doctor în științe medicale



EDITURA MEDICALĂ  
BUCUREȘTI, 1982

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI”  
apare sub egida  
CONSILIULUI NAȚIONAL  
PENTRU ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE

## PREFAȚĂ

Conceptul de sănătate include nu numai lipsa de boală ci și starea de confort a organismului ca și o bună putere de adaptare la mediul înconjurător. Astfel definită sănătatea, este firesc ca în seria medicină a colecției „Știința pentru toți” să se dezbată prin această lucrare problemele echilibrului termic și ale termoadaptării organismului uman, a realizării confortului termic în locuință și locuri de muncă, a rolului microclimatului în promovarea sănătății omului.

În cadrul vast al relațiilor dintre om și mediul înconjurător, faptul că în limite destul de largi de variație a parametrilor termici ai ambianței, organismul uman reușește să-și mențină temperatura relativ constantă, la 37°C, este un aspect mai mult decât interesant. Fără această termoconstanță viața omului nu ar fi posibilă, deoarece prin ea se asigură menținerea temperaturii optime desfășurării proceselor vitale din țesuturi.

Organismul cedează permanent căldura în mediul înconjurător întrucât este un corp cald, ca urmare a proceselor metabolice. Dacă cedarea de căldură în mediu este prea rapidă sau îngreunată (din cauza ambianței prea reci sau prea calde) termoconstanța corpului poate fi alterată și organismul suferă pînă la boală și moarte.



Explicarea pe înțelesul tuturor a modalităților prin care corpul uman pierde căldură în mediul ambiant, cum își autoreglează temperatura la  $37^{\circ}\text{C}$ , cum se poate acționa conștient pentru a optimiza pierderea de căldură a organismului în mediu, care sînt valorile termice confortabile ale ambianței, cum pot fi ele modificate prin adaptare, constituie informații utile azi în special din punct de vedere practic.

Penuria, aproape mondială, de combustibil se repercută cu prioritate în reducerea încălzirii construcțiilor acolo unde se practică, inclusiv în țara noastră. Pentru a obține mai ușor acceptarea de către dumneavoastră a unor temperaturi ale aerului în încăperile de lucru sau de locuit, cu  $2-3^{\circ}\text{C}$  mai reduse decît cele obișnuite în trecut am considerat necesar să dăm explicații de tipul celor de mai sus enumerate, să lămurim că, din punct de vedere fiziologic și sanogenetic, aceste măsuri, în mod normal, nu dăunează omului.

Păstrînd exigența științifică, textul este însă scris pentru un public larg. Lucrarea este completată cu date asupra termoechilibrului corpului în cazul lucrului în ambianțe termice deosebite, specifice unor industrii, a muncilor în aer liber în sezonul de vară și iarnă și a altor circumstanțe în care microclimatul are caractere mai speciale.

Prin explicațiile ample și diverse exemplificări am căutat pe tot parcursul cărții, să răspund de fapt la întrebările de bază asupra uneia dintre problemele care preocupă omul din cele mai vechi timpuri: termoconstanța corpului uman, microclimatul și sănătatea. Din aceste motive o recomand cititorilor ca o lectură științifică instructivă și binevenită.

AUTOAREA

## 1. 3000 DE CALORII ELIMINĂ OMUL ÎN 24 DE ORE ÎN MEDIUL ÎNCONJURĂTOR

Spre deosebire de organismele poikiloterme, a căror temperatură depinde de variațiile termice ale mediului în care trăiesc, *omul*, ca și alte mamifere și, în general animalele cu sînge cald, *fiind homeoterm*, are o temperatură relativ constantă; ea este considerată practic independentă de mediul termic înconjurător.

Pentru a-și menține constantă temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ , valoare care reprezintă temperatura normală a corpului omenesc, acesta trebuie să piardă permanent, în mediu, o cantitate de căldură echivalentă cu cea produsă din procesele metabolice în organism, în aceeași unitate de timp. Pentru ca această pierdere de căldură să se realizeze proporțional cu producerea de căldură, este necesar ca temperatura mediului să aibă anumite valori care pot varia de la optim pînă la limita critică inferioară sau superioară; altcumva, fie că se accelerează prea mult pierderea de căldură ajungînd la *hipotermia* corpului, fie că se împiedică pierderea de căldură, producîndu-se *hipertermia*.

Deci, atunci cînd temperatura mediului prezintă variații excesive, proprietatea corpului uman de a-și menține temperatura constantă, este totuși învinsă. Limitele în care un ho-

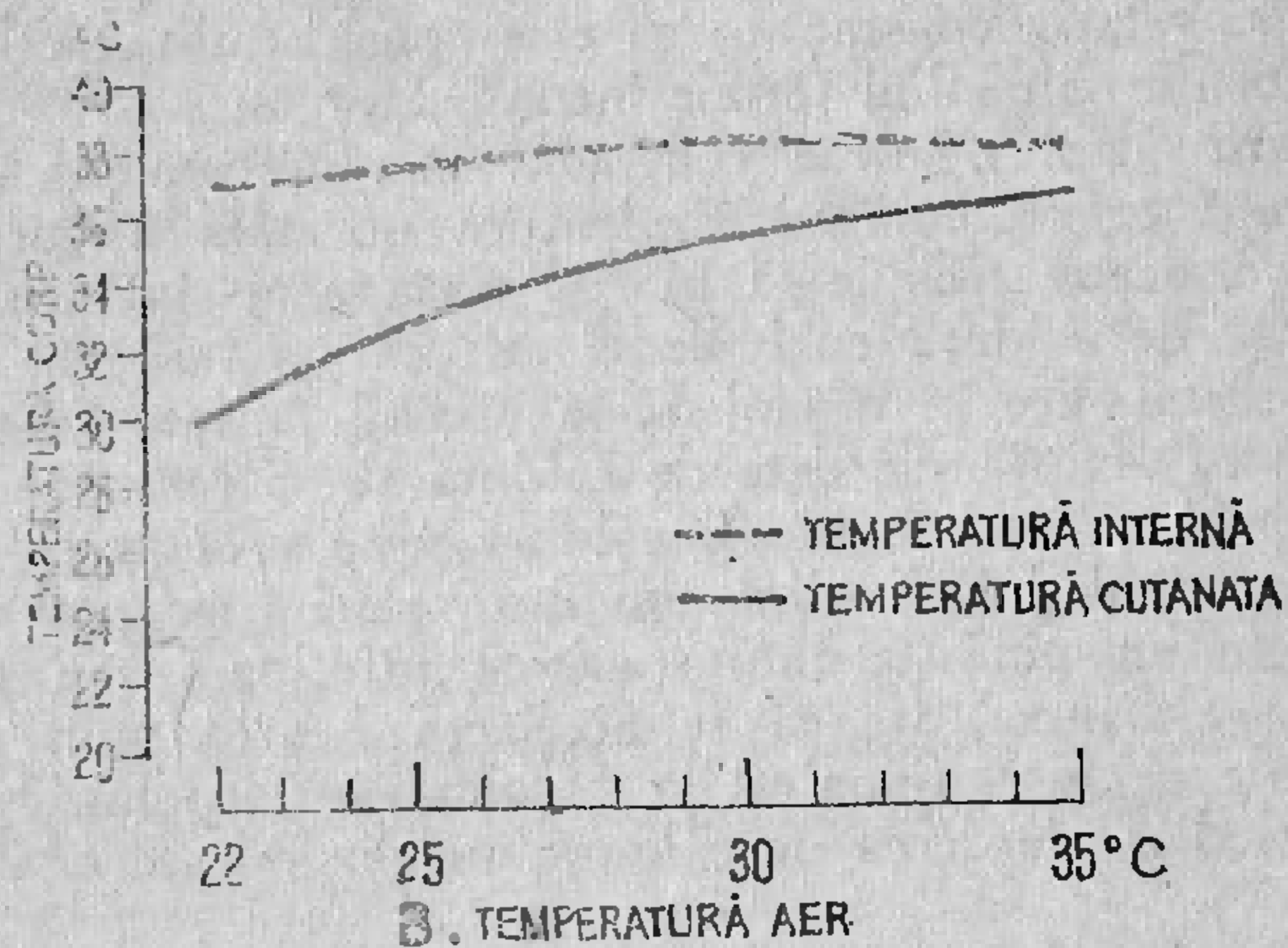
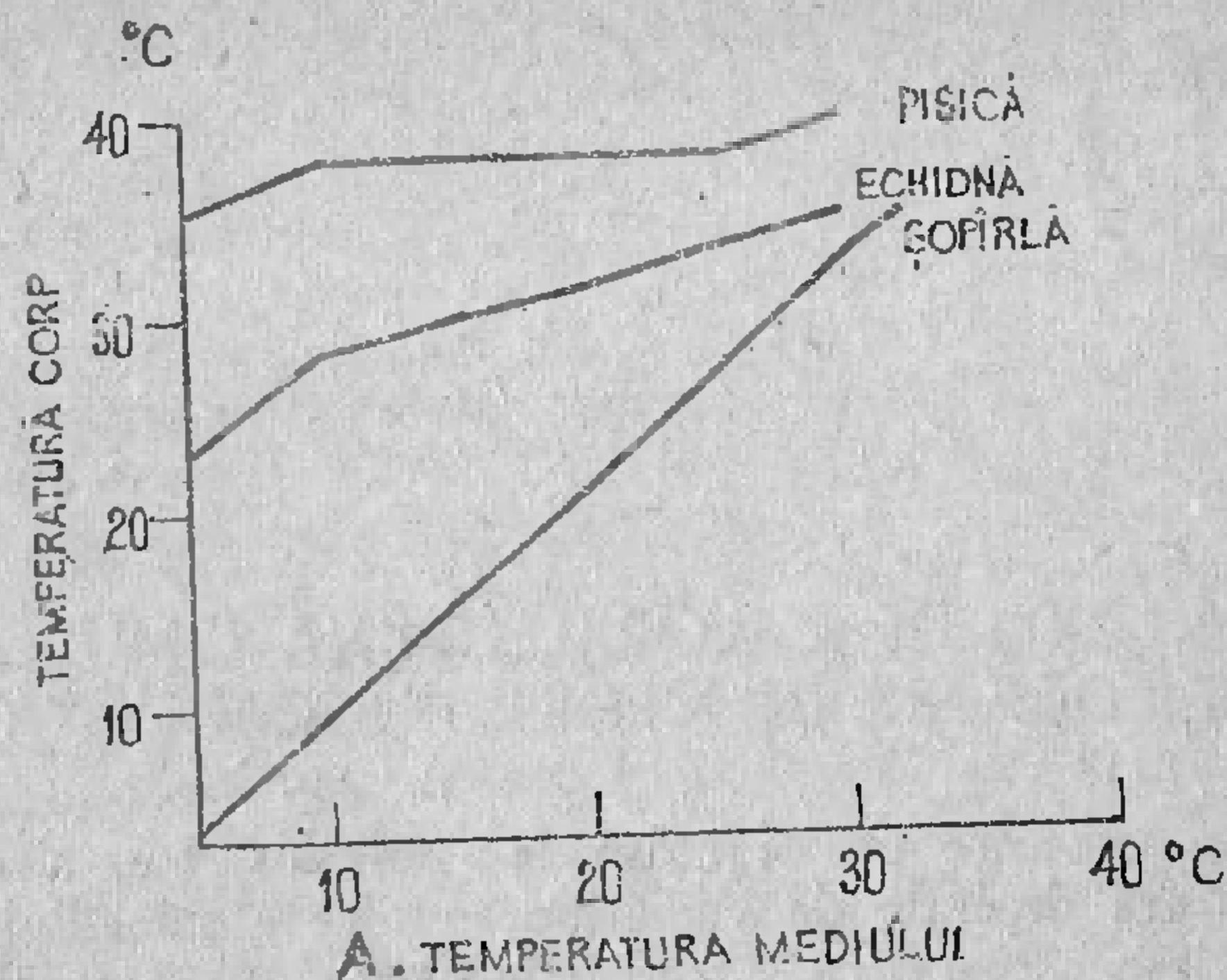


Fig. 1. — Relația dintre temperatura corporală și temperatura mediului: A) la diferite animale; B) la om.

meoterm își menține temperatura constantă sînt mai mult sau mai puțin largi. Astfel, la *exohomeotermie*, animale a căror homeotermie este dată de o anumită constanță termică a ambianței, aceste limite sînt foarte restrînse. La om, ele sînt destul de largi întrucît, pe lîngă un sistem fiziologic de autotermoreglare foarte evoluat, omul, dispunînd de îmbrăcăminte, corectează mult influența ambianței termice. El poate să reziste, fără modificări semnificative ale temperaturii corpului, să-și desfășoare viața normală atît la pol cît și la ecuator, la o temperatură a aerului de la circa  $-40^{\circ}\text{C}$  pînă la  $+45^{\circ}\text{C}$ . După aceste caracteristici omul face parte din grupa *endohomeotermelor*, adică a adevăratelor homeotermie, a celor mai evolute.

În general, corpul omenesc poate fi privit în mediul său ambiant ca o incluziune mai caldă, care cedează în jur din căldura sa. Aproximativ 3 000 calorii într-un interval de 24 ore cedează corpul uman în ambianță. Aceasta, așa cum s-a arătat, este o condiție a termoconstanței corpului uman, un procedeu de a menține o temperatură în jur de  $37^{\circ}\text{C}$ , optimă desfășurării proceselor vitale din țesuturile corpului.

Modalitățile prin care omul realizează pierderea de căldură în exterior sînt în parte *nespecifice*, comune tuturor corpurilor, inclusiv celor neînsufletește; totuși ele au și un caracter *specific*, grație căruia omul nu-și egalează temperatura cu cea a mediului, ci și-o menține constantă chiar în cazuri de variații termice relativ mari ale mediului.

*Radiația, conducția, convecția și evaporarea* sînt modalități prin care în mod normal se pierd 95% din energiile pe care omul le elimină. Restul de 5% este eliminat prin modalități cu totul secundare, ca spre exemplu căldura utilizată la încălzirea aerului pe care îl inspirăm sau cea care reprezintă surplusul de căldură al excretelor fiziologice față de temperatura apei și a alimentelor la ingerare (Tabelul I.)



## TEMPERATURA AERULUI INTERIOR

20 °C

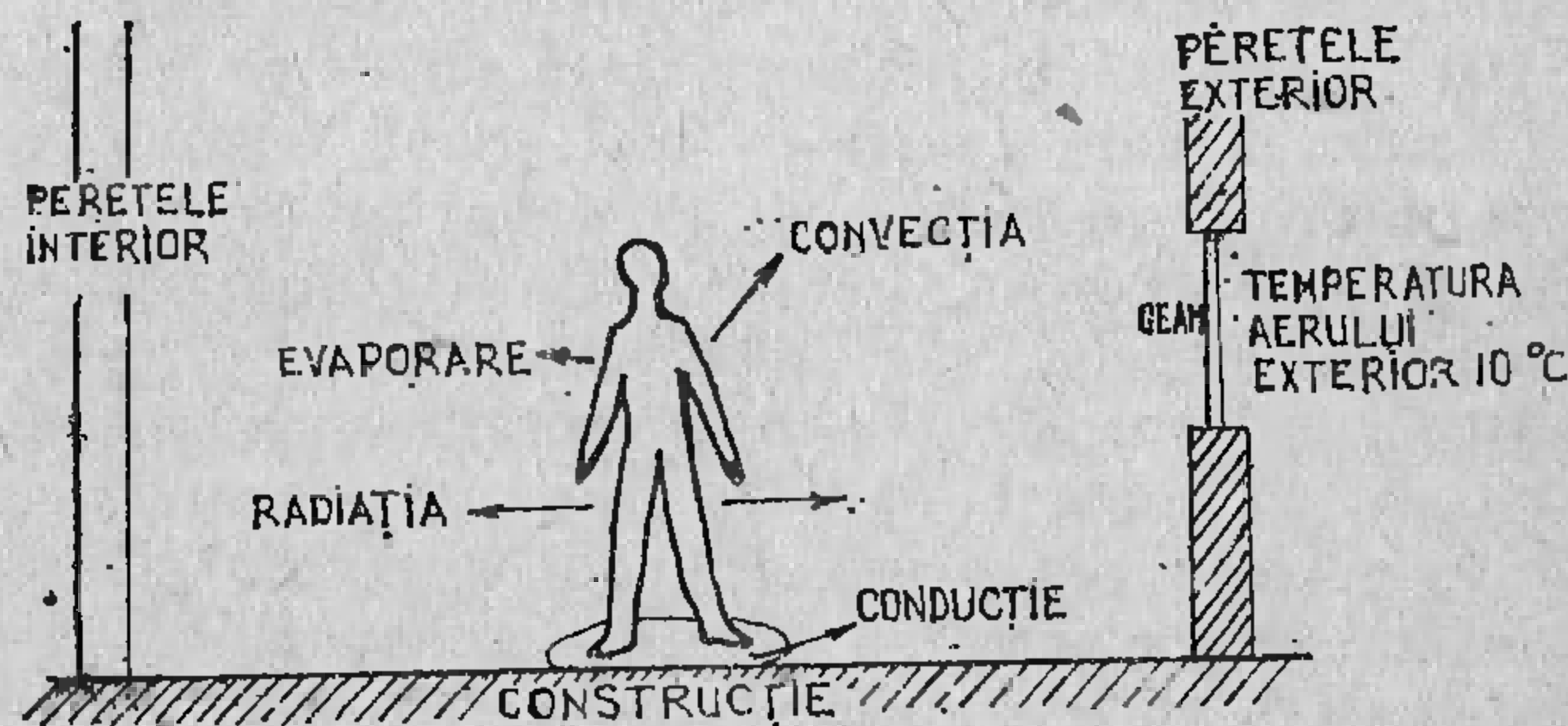


Fig. 2. — În jurul său omul dispersează căldură către aer, către suprafețele înconjurătoare și de sprijin sau de contact.

Tabelul I

Modalitățile prin care se realizează pierderile de căldură ale corpului uman

Modalitatea de pierdere a căldurii	Kcalorii pe 24 ore	%
Radiație, conducție, convecție	1 950	65
Evaporarea apei de pe piele, din plămâni și eliberarea CO <sub>2</sub>	900	30
Încălzirea aerului inspirat	90	3
Urină și fecale (adică surplusul de căldură al acestor excrete față de alimente și apă)	60	2
Total pierderi zilnice de căldură	3 000	100

În condiții obișnuite de ambianță termică, mecanismul principal al pierderii căldurii corporale este radiația, urmată de evaporare, de conducție și de convecție. Ordinea menționată se poate schimba esențial în diferite condiții ca : frig puternic, căldură excesivă, umiditate ridicată, vânt cu viteze mari. Din descrierea acestor mecanisme se înțelege ușor cum crește sau scade importanța lor în funcție de ambianța termică și cum participă ele la menținerea constantă a temperaturii corpului.

### 1.1. Radiația

Obiectele cu temperaturi diferite fac schimb de căldură chiar dacă se află la distanță. Astfel, *prin radiație se transferă căldură între două obiecte, între care nu există un contact direct*. Natural, această modalitate este valabilă și pentru corpul uman în raport cu orice alt corp însuflețit sau *neînsuflețit*.

Față de o suprafață mai rece, corpul omului pierde căldură *prin radiație negativă*, iar dacă în apropiere se află o suprafață mai caldă decât suprafața corpului el va primi căldură *prin radiație pozitivă*.

Suprafața radiantă a corpului nu reprezintă toată suprafața pielii căci suprafețele suprapuse ca cele din axilă, fața internă a coapselor și a membrelor superioare nu cedează căldură prin radiație. În poziție verticală, suprafața radiantă atinge maximum 85% din întreaga suprafață a corpului. Dacă ne ghemuim și mărim contactul sau apropierea suprafețelor corporale, mărimea ariei radiante a corpului scade și mai mult; acest fapt explică preferința pentru această poziție, atunci când omului îi este frig.

Pielea se comportă întocmai ca un corp negru; conform unor legi fizice (legile lui Stephan-Boltzmann și Wien) intensitatea radiației calorice emise de corpul negru

este proporțională cu puterea a patra a temperaturii sale absolute și există un maximum de emisie pentru fiecare temperatură. Ca atare, căldura dispersată de pe suprafața corpului variază pe diferite regiuni corporale în raport cu temperatura lor: în cazul sternului, de cca  $35-36^{\circ}\text{C}$ ; al frunții, de  $33-34^{\circ}\text{C}$ ; al plantei, de  $27-28^{\circ}\text{C}$  ș.a.m.d. Aceste diferențe se pot foarte bine înregistra sub forma unor imagini fototermografice.

Lungimea de undă a radiațiilor calorice emise de organism este de 3—5 microni, în funcție de temperatura corpului.

Cînd temperatura suprafețelor din jur, spre exemplu a pereților și mobilierului unei camere, este mai ridicată decît cea a corpului uman, acesta va primi radiații în funcție de lungimea lor de undă, intensitatea și unghiul de incidență cu care cad pe tegumente, de mărimea suprafeței iradiate, de timpul de iradiere și de alți factori. Pielea comportîndu-se ca un corp negru se supune și legilor lui Prevost și Kirchhoff după care puterea de absorbție a unei suprafețe este proporțională cu puterea ei de emisie, iar corpurile negre au o putere de absorbție maximă (egală cu unitatea); celelalte, care nu sînt negre, au o putere de absorbție subunitară.

În privința relației dintre lungimea de undă a radiațiilor și pătrunderea lor în tegumente, se cunoaște că radiațiile calorice cu lungime de undă mică pătrund mai profund în tegumente decît cele cu lungime de undă mare și produc încălzire mai puternică. Astfel, radiațiile cu lungimi de undă de 1,3 microni pătrund cîteva centimetri în țesuturi sub piele, iar cele de 17 microni, ajung numai în straturile superficiale ale pielii.

Factorul principal care influențează schimbul de căldură prin radiație, între două corpuri, este mărimea diferenței de temperatură între ele. Temperatura aerului care se interpune între cele două corpuri nu influențează schimbul

de căldură prin radiație. Cedarea căldurii prin radiație poate fi ușor diminuată de o umiditate crescută a aerului, deoarece vaporii de apă absorb o mică parte din radiațiile calorice, pe care ulterior, le cedează obiectelor din jur, tot prin radiație.

## 1.2. Conducție

Conducția ca modalitate de pierdere a căldurii corpului uman se referă la *transferul de căldură de la acesta la orice substanță sau corp mai rece cu care vine în contact direct*. Așa, spre exemplu, se pierde căldură față de aerul și îmbrăcămintea care ia contact cu pielea, alimentele și apa care ajung în căile digestive, podeaua pe care se calcă, obiectele care se ating cu mîna etc. Evident, transferul de căldură prin conducție se face numai atunci cînd există o diferență de temperatură între corpurile care ajung în contact. Deplasarea energiei termice se face de la corpul cu temperatură mai ridicată la cel cu temperatură mai scăzută. Astfel, dacă punem mîna pe o sobă caldă, nu mai pierdem, ci primim căldură prin conducție.

În mod practic, în condiții obișnuite de ambianță, sînt puține situațiile în care omul vine în contact cu corpurile calde, încît conducția ca și radiația, în schimbul termic dintre organism și mediu, sînt mai mult modalități de pierdere decît de primire a căldurii.

În orice caz, ele interesează în special ca modalități de pierdere de căldură, această cedare de căldură a corpului uman în mediul ambiant este un factor foarte important pentru menținerea constantă a temperaturii corpului. *Pierderea de căldură prin conducție este cu atît mai mare cu cît diferența de temperatură dintre cele două corpuri este mai ridicată și cu cît conductibilitatea lor termică este mai mare.*



În raport cu corpul uman, conductibilitatea apei este mai mică, în raport cu cea a aerului, este însă mai mare.

Ca atare, pielea umedă este bună conducătoare de căldură iar cea uscată este rea conducătoare de căldură. Din același motiv aerul umed are o conductibilitate termică mai mare decât cel uscat.

Referindu-se la pierderea de căldură de la piele către aer, reiese că factorul de umiditate influențează dispersia de căldură. În general, pierderea de căldură de la piele către aer este foarte scăzută. Când intervin însă curenții de aer, crește importanța conducției ca modalitate de cedare a căldurii, în special la nivelul suprafețelor corporale neacoperite de îmbrăcăminte. Aerul cald este înlocuit de un aer rece, iar această diferență de temperatură activează mecanismul de conducție. Deci, toate cele trei proprietăți ale aerului — temperatura, umiditatea și mișcarea sa — influențează conducția dintre piele și atmosferă.

Conducția față de diferite corpuri ca: încălțăminte, podea, trotuarul străzii, depinde de asemenea nu numai de temperatura acestora ci și de umiditatea lor. Oricine știe că ploaia sau zăpada răcesc puternic talpa piciorului, iar că încălțăminte umedă este mult mai friguroasă decât cea uscată.

Pierderea de căldură prin conducție este net resimțită, mai ales când se produce accelerat. Spre exemplu: să luăm într-o mână o bucată de fier și în cealaltă una de lemn, ambele la temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ ; în cazul bucății de fier vom avea o senzație mult mai rece, deoarece fierul are conductibilitatea termică mai mare decât lemnul. În viața practică ne confruntăm adeseori cu situații similare, când deschidem un geam cu rama de fier, când luăm în mână mânerul de metal al unui obiect, ș.a.m.d.

Situațiile prin care se pierde căldura prin conducție, în afara celei către aer și alimente, sînt însă rare. Pierderea de căldură poate fi accelerată de diverși factori auxi-

liari ca, spre exemplu, de curenții de aer sau de temperatura foarte scăzută a alimentelor ingerate.

### 1.3. Convecția

*Un corp ce atinge o temperatură mai ridicată decât a aerului, inclusiv corpul uman (care este un corp cald) pierde la suprafața sa căldură convecțională datorită circulației moleculelor de aer cu care vine în contact. Gazul ce vine în contact cu corpul cald primește direct de la acesta căldură (prin conducție); o dată încălzit, conform unor legi fizice, densitatea sa scade. Prin scăderea densității, gazul devine mai ușor și ca atare se deplasează în sus, fiind înlocuit de aer mai rece, respectiv mai dens. Această mișcare a moleculelor de gaz prin simpla modificare a densității lui, fără să intervină o forță mecanică, se cunoaște sub denumirea de convecție, de unde și pierderea de căldură convecțională.*

Convecția ajută la dispersia căldurii de la suprafața corpului cald, în funcție de o serie de proprietăți ale aerului. Pentru ca pierderea de căldură prin acest mecanism să se producă, este necesar ca temperatura aerului să aibă valori mai mici decât ale temperaturii suprafeței corpului, adică a pielii, care este în medie mai scăzută cu  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  decât temperatura din axilă. Când temperatura aerului are aceleași valori, pierderea nu se mai produce iar dacă aerul este mai cald decât corpul, în loc să piardă, corpul începe să cîștige căldură. Mișcarea aerului influențează de asemenea pierderea de căldură a organismului prin convecție în sensul că o crește, cu condiția ca aerul să nu aibă temperatura mai mare decât cea a tegumentelor. Între viteza curenților de aer (cu temperaturi sub temperatura pielii) și intensitatea pierderii de căldură prin convecție, există o



relație strânsă. Pînă la viteze foarte mari, de 26 m/s, pierderea de căldură crește cu pătratul vitezei curenților de aer.

Un alt factor care influențează pierderea de căldură prin convecție este umiditatea aerului; față de viteza curenților, această influență este însă mult mai redusă și practic neglijată.

#### 1.4. Evaporarea

Deoarece pielea și mucoasele respiratorii sînt totdeauna umede, evaporarea constituie un mecanism de bază în pierderea căldurii de către corpul uman. Aceasta se înțelege ușor dacă luăm în considerație că un gram de apă pentru a trece din stare lichidă în stare gazoasă consumă 0,58 Kcal la temperatura de 37° C.

La temperatura aerului de 20° C, omul nu transpiră propriu-zis; totuși, din cauza evaporării lichidului fiziologic ce umidifică pielea și mucoasele, se pierde circa 320% din totalul căldurii cedate de către organism mediului înconjurător (180% la nivelul tegumentelor și 140% la nivelul mucoaselor ce căptușesc căile respiratorii).

Sub 25° C temperatură a aerului, nu apare o transpirație vizibilă, dacă nu se efectuează vreun efort fizic. Evaporarea la nivelul tegumentelor se realizează pe baza umidității normale, așa zisa *perspirație insensibilă*, care este de aproximativ 50 ml/oră. Majoritatea oamenilor încep să transpire de la 28—29° C; în acest caz, pierderea de căldură prin evaporare se intensifică substanțial. Dacă se mai adaugă și efortul fizic, iar aerul este destul de uscat ca să poată primi vaporii de apă, se poate atinge o viteză de evaporare a transpirației de 1 000—1 500 ml/oră.

Evaporarea, ca mecanism al pierderii de căldură, este accentuată prin creșterea temperaturii aerului și prin cu-

renții de aer. Un aer uscat ajută evaporarea transpirației în timp ce creșterea umidității atmosferei este defavorabilă procesului respectiv. Cînd aerul este saturat sută la sută cu vaporii de apă evaporarea nu mai este posibilă, indiferent de temperatura aerului sau de intensitatea curenților de aer.

Din aceste motive, într-un aer prea umed nu ne simțim confortabil, ne supraîncălzim repede, chiar dacă temperatura nu este foarte ridicată. În schimb, într-un aer uscat rezistăm și la + 35° C; după experiențele unor fiziologi, omul ar putea sta foarte scurt timp chiar și la + 130° C, cu condiția ca aerul să fie total lipsit de vaporii. În acest caz, mecanismul pierderii de căldură se rezumă numai la evaporarea transpirației. Apa pierdută prin transpirație este înlocuită de o ingestie mai mare de apă și astfel organismul poate face față, momentan.

*Transpirația reprezintă deci un mecanism de menținere a temperaturii corpului cu valoare de prim rang, într-o ambianță caldă, în care celelalte modalități de pierdere a căldurii sînt îngreunate sau total anihilate.*

Dar, așa cum s-a menționat, pierderea de căldură la suprafața corpului, prin mecanismul evaporării, este permanent prezentă; e drept, într-o măsură mai mică decît în cazul apariției transpirației, care reprezintă, de fapt, doar intensificarea unui proces normal. Chiar în absența din piele a glandelor sudoripare, anomalie congenitală întâlnită la unele persoane, s-a constatat o pierdere de cca 450 calorii zilnic, pe baza evaporării de la nivelul tegumentelor. Pielea este umezită în absența sau în lipsa funcționării glandelor sudoripare de către lichidele extravazate din capilarele sanguine subcutanate, lichide care ajung în straturile cele mai superficiale ale pielii și îi conferă umiditatea normală.

Cu toate acestea, lipsa glandelor sudoripare sau a funcționării lor, este un pericol real în condițiile supraîncălzirii. La animalele la care glandele sudoripare sînt puține, spre exemplu la cîine, intensificarea evaporării se obține, totuși, dar la nivelul căilor respiratorii, prin creșterea frecvenței mișcărilor respiratorii (hiperpnee). Prin acest mecanism, concomitent cu creșterea evaporării apei, crește și *eliberarea de bioxid de carbon din plămîni, eliberare care se face cu un consum de căldură* (reacție exotermă). Și la om, în zilele călduroase, mai ales cînd se adaugă și efortul fizic, pierderea de căldură la nivelul plămînului, prin aceste mecanisme, este evident îmbunătățită.

În concluzie, organismul omului dispune într-un grad evoluat de mecanismele pierderii de căldură prin evaporare și prin alte reacții exoterme; astfel, corpul poate să-și mențină constantă temperatura sa, chiar dacă pierderea de căldură prin celelalte modalități este defectuoasă.

## 2. CUM REUȘEȘTE ORGANISMUL UMAN SĂ-ȘI REGLEZE TEMPERATURA ?

Deși *omul* produce și pierde căldură în mod permanent, reușește totuși să-și mențină constantă temperatura corpului, întrucît *dispune de o funcție complexă de termoreglare* care, am putea spune că face concurență celui mai perfect mecanism termostatic. Prin această funcție, organismul se opune diferiților factori interni și externi care au tendința de a modifica temperatura corpului.

Un mare complex de reacții reflexe funcționează permanent pentru a menține *termoconstanța corpului uman* și în general a animalelor homeoterme. În funcție de variațiile termice din exterior, în mod schematic aceste reacții constau fie în modificarea combustiei interne, adică a producției de căldură, fie în reglarea pierderii de căldură prin mecanismele fizice descrise în capitolul I (radiație, conducție, convecție și evaporare). Reglarea temperaturii corpului prin modificarea producției de căldură poartă numele de *termoreglare chimică*, iar reglarea prin intervenția mecanismelor fizice se numește *termoreglare fizică*.

*La frig, reglarea pierderii de căldură se face predominant chimic, iar la cald predominant fizic. Desigur atunci*



când predomină o formă sau alta de termoreglare, cealaltă nu se exclude de regulă, ci acționează și ea auxiliar. Spre exemplu, în timpul expunerii la frig crește producția de căldură ca mecanism principal, iar ca mecanism secundar scade pierderea de căldură. La temperatură ambiantă caldă, reacțiile sînt inverse.

Temperatura ambiantă cea mai ridicată sau cea mai scăzută la care un homeoterm poate să-și mențină temperatura corporală constantă, uzînd de propriile procedee de termoreglare, constituie, așa cum s-a menționat și anterior, *temperatura critică*: superioară sau inferioară. Între aceste temperaturi există un spațiu în care prin termoreglarea fizică și chimică corpul își menține temperatura practic constantă, spațiu ce a primit denumirea în fiziologie de *cîmp de acomodare al homeotermiei*. Dincolo de temperatura critică superioară se intră în hipertermie (temperatura corpului crește), iar depășirea temperaturii critice inferioare duce la hipotermia corpului (vezi fig. 3).

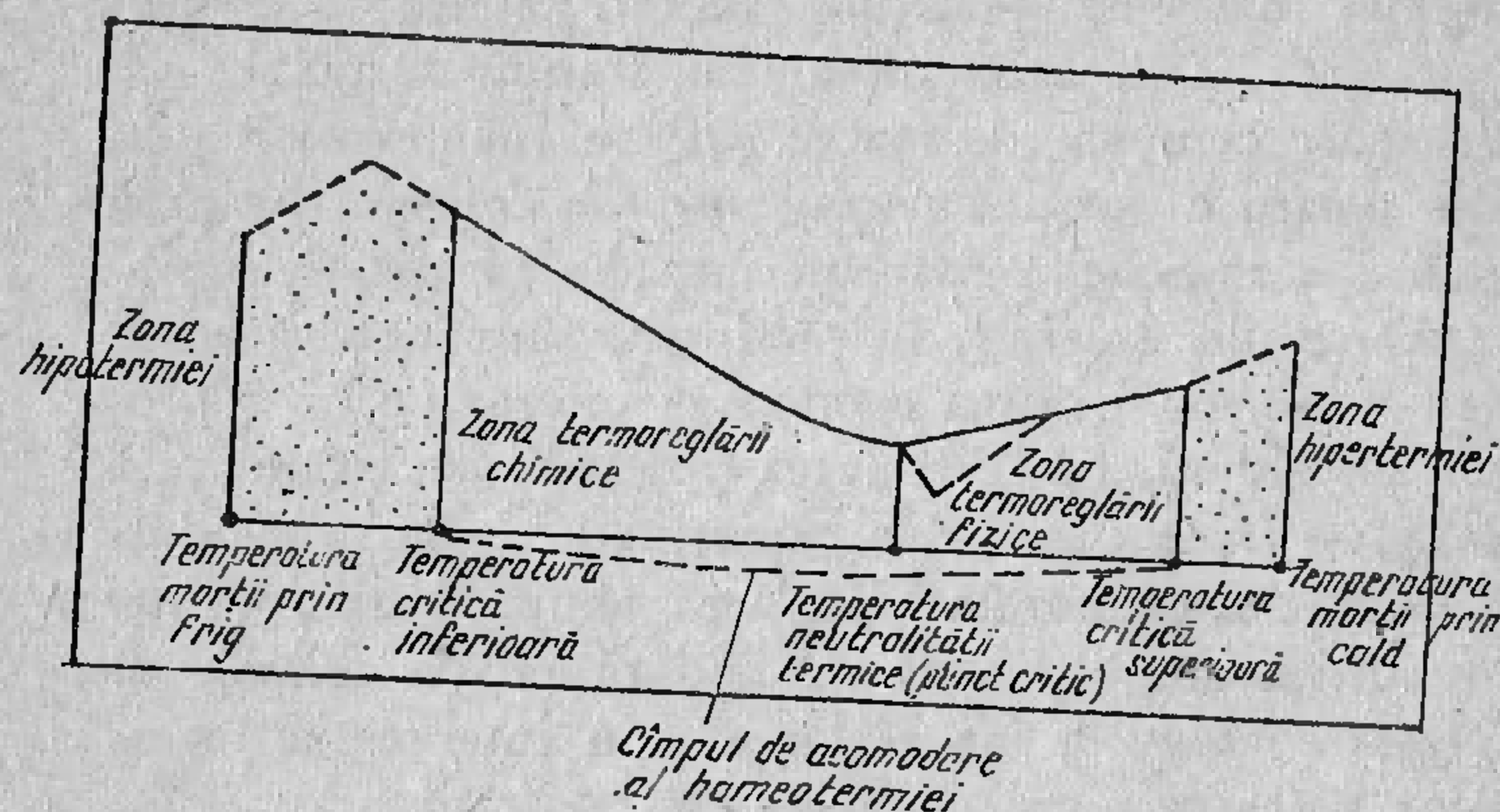


Fig. 3. — Circumstanțele posibile ale relației organismului cu ambianța termică.

Mecanismele cu care organismul jonglează în cîmpul de acomodare al homeotermiei, astfel ca temperatura sa să nu depășească variațiile fiziologice normale, adică practic să fie constantă, depind de faptul dacă ne găsim în zona de termoreglare predominant chimică sau predominant fizică, respectiv dacă mediul ambiant este rece sau cald.

Excitantul de bază care declanșează reacțiile de termoreglare specifice este frigul sau căldura. În piele se găsesc termoreceptori specializați pentru perceperea fie a frigului (organele terminale Krause) fie a căldurii (organele terminale Rufini). Termoreceptori similari se găsesc și în mucoasele căilor respiratorii. Prin stimularea acestor receptori de către temperatura aerului se transmit impulsuri la centrul termoreglator situat în creier, respectiv în *hipotalamus* (porțiunea din diencefal care reglează producerea și pierderea de căldură în raport de variațiile termice ale mediului).

În afara acestui *mecanism periferic*, neuronii hipotalamusului mai sînt puși în funcțiune în scopul termoreglării și printr-un alt *mecanism central*, și anume prin excitarea produsă de micile variații ale temperaturii sîngelui care îi irigă.

Mecanismul periferic reprezintă fundamentul reglării la expunerea la cald sau la frig, în repaus. Mecanismul central intervine în special în timpul activității fizice când, datorită efortului, se intensifică formarea de căldură în mușchi și se produc modificări ale temperaturii profunde (inclusiv ale sîngelui); aceste modificări sînt semnalate celulelor din hipotalamus, direct, prin circulația sîngelui.

În urma integrării acestor categorii de informații, hipotalamusul menține echilibrul termic prin influența sa asupra neuronilor somatici și viscerali ai creierului și măduvei spinării, care transmit stimuli la diverse organe (piele, mușchi, viscere etc.), pentru o reacție adecvată termoreglă-

rii. Deci hipotalamusul primește informații, le analizează și răspunde adecvat, acționându-se astfel după un mecanism tipic de „feed back”, sau retroacțiune (fig. 4).

Hipotalamusul are o parte *anterioară* care reglează pierderea de căldură, răspunzând în special de protecția față de mediile calde și o parte *posterioară* care reglează producerea și conservarea căldurii, adică mecanismele ce asigură rezistența organismului la frig.

Centrii termoreglatori din hipotalamus se află la rîndul lor sub *controlul scoarței cerebrale*. De la scoartă pot porni impulsuri care modifică ele singure producția de căldură a organismului. Uneori aceste impulsuri pot fi mai puternice decît cele pornite de la termoreceptorii din tegumente și mucoase dominîndu-le, sau chiar anihilîndu-le.

La reglarea temperaturii corpului participă indiscutabil și *glandele endocrine*. Astfel, este bine cunoscută acțiunea calorigenă a secrețiilor *glandelor tiroidă și suprarenală*, glande dirijate de către *hipofiză*, care are conexiuni cu hipotalamusul. Paralel cu scăderea temperaturii mediului crește secreția acestor hormoni, ceea ce contribuie la rezistența organismului la frig. În schimb, în cazul că organismul este supus acțiunii unei ambiante calde, este stimulată secreția *hormonului antidiuretic* din *sistemul hipotalamo-hipofizar* și *aldosteronului* din *corticosuprarenală*. Aceștia intervin în reținerea apei și sodiului în organism, astfel ca prin transpirația care apare să nu se producă un dezechilibru hidromineral în organism, cu consecințe nefaste.

În hipotalamus se află *centrii foamei și setei*, care participă și ei *indirect la termoreglare*. Astfel, în expunerea la frig se intensifică senzația de foame și ca atare se mărește ingerarea de alimente, ce susține formarea de calorii. Invers, în expunerea la cald apetitul este diminuat, dar se intensifică senzația de sete ceea ce ajută la scăderea producției de căldură și combaterea deshidratării.

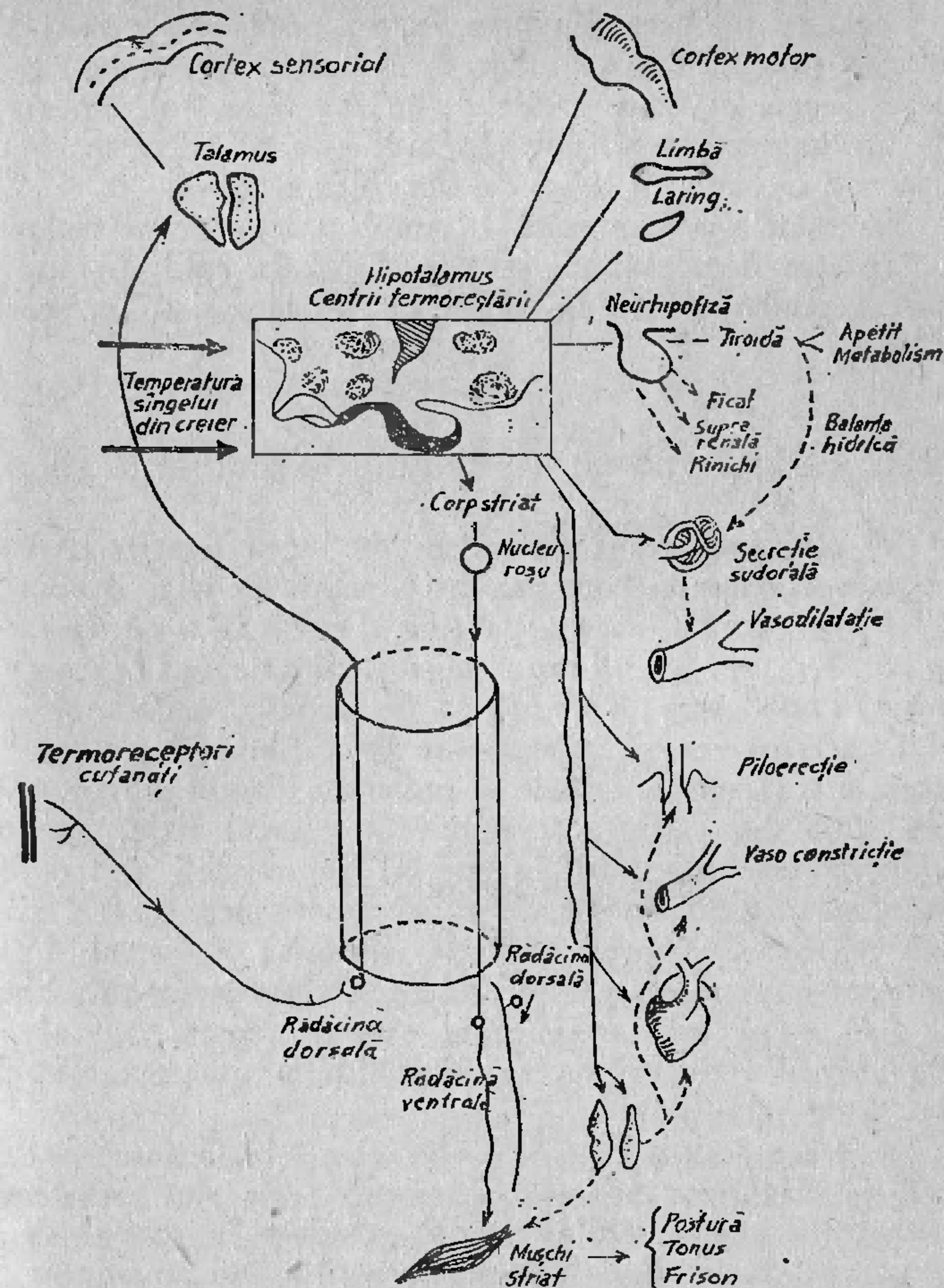


Fig. 4. — Conexiunile aferente și eferente ale centrilor termoreglatori hipotalamici (sistem de feed-back).



Reglarea temperaturii prin aceste mecanisme este o dovadă de perfecțiune a funcționării unui complex neuroendocrin foarte evoluat. Dealtfel, la mamifere, cu homeotermia aproape perfectă, nou-născutul este poikiloterm, pînă ce atinge un anumit grad de dezvoltare.

Așa cum s-a mai spus, în mod practic termoreglarea la frig este deosebită de termoreglarea la cald. În continuare expunem cîteva amănunte ce vor lămuri exact aceste reacții.

## 2.1. Termoreglarea în condiții de ambianță rece

Cel mai important mecanism de luptă pentru păstrarea termoconstanței corpului, în condiții de frig, îl constituie *creșterea cantității de căldură produsă în organism prin intensificarea arderilor metabolice*. În repaus, sediul principal al acestor reacții generatoare de căldură sînt organele viscerele toraco-abdominale și creierul. Ficatul singur produce 20% din căldura corpului. În efortul fizic, termoproducția este asigurată în special de mușchii corpului. Așa cum se arată în fig. 5, există un nucleu central și o zonă periferică a producerii de căldură; raportul între ponderea cu care ele participă la termoproducție se schimbă, deci, după cum organismul este în repaus sau efort. Prin efortul fizic producerea de căldură poate crește de 15—20 de ori.

Deoarece activitatea mușchilor este o bună sursă de căldură, la frig apar adeseori frisoanele; ele sînt contracții involuntare ale mușchilor striati, produse în scopul de a se mări producția de căldură a organismului amenințat să se răcească ca urmare a unei dispersii termice crescute. De asemenea, oricine a observat că atunci cînd îi este frig, pielea sa se încrețește, ia aspectul de „piele de găină”. Și în

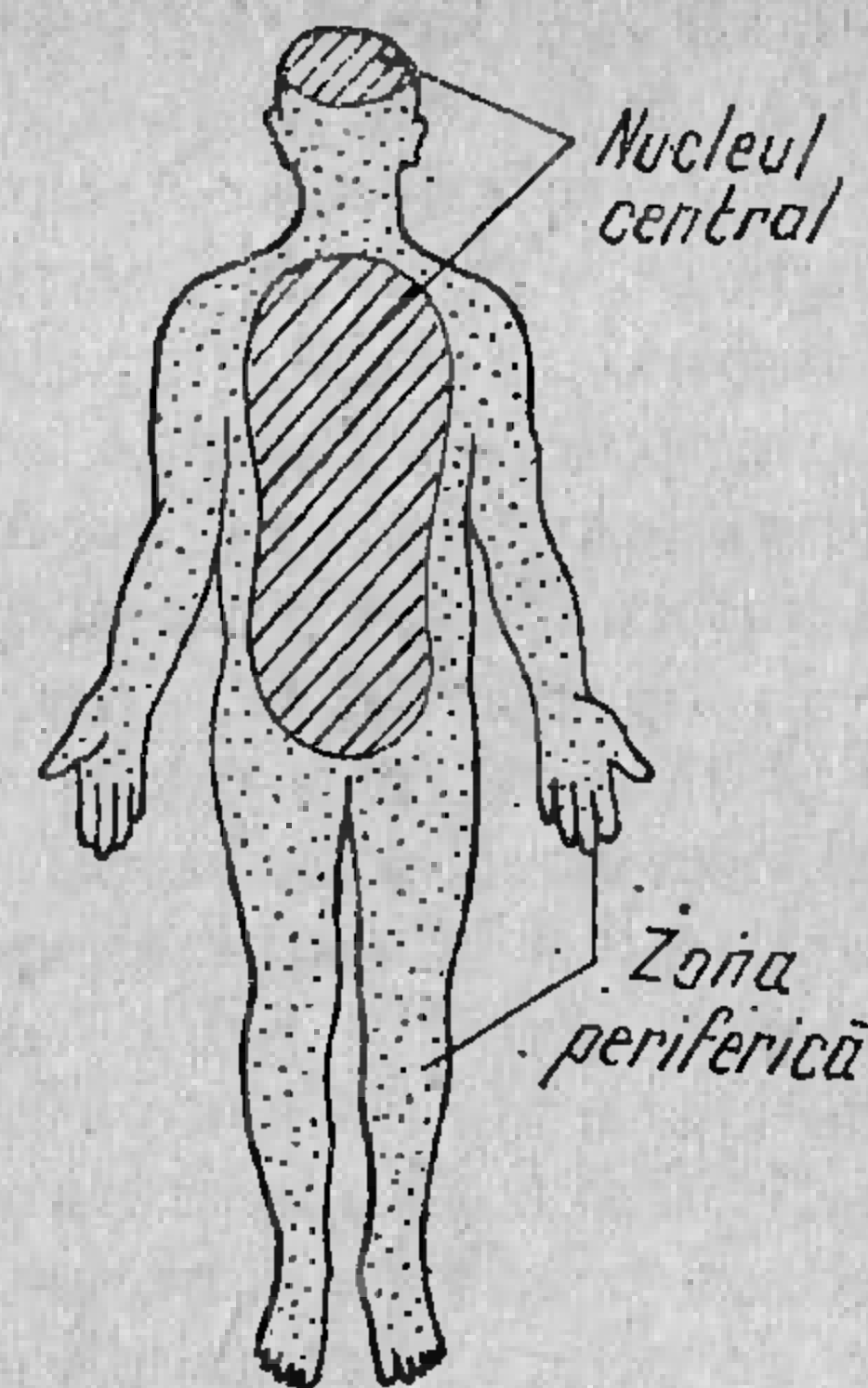


Fig. 5. — Topografia formării de căldură în corpul omului: nucleul central și zona periferică de producere a căldurii.

acest caz este vorba de un mecanism de creștere a termoproducției prin intrarea în activitate (contracție) a musculaturii netede a pielii.

Creșterea metabolismului mai poate fi stimulată de ingerarea alimentelor, în special a celor cu acțiune dinamică specifică mare, cum sînt proteinele. Alimentația bogată în proteine explică, în bună parte, termoconstanța corporală la mamiferele carnivore, pe vremea geroasă a iernii, sau în unele ținuturi cu zăpezi veșnice. Și la om, în sezonul rece, alimentația bogată în proteine este un auxiliar important în termoreglarea chimică.

Așa cum se observă din fig. 3, puterea termogenetică a organismului, adică de producere a căldurii, depășește ușor temperatura critică inferioară. Aceasta înseamnă că organismul, chiar după ce intră în hipotermie, tot mai continuă să lupte, o anumită perioadă, prin hiperproducția de căldură. Puterea termogenetică nu este însă nepuizabilă și în ultimă instanță ea scade în mod accentuat, pe măsura apropierii de temperatura ce produce moartea prin frig.

Mai menționăm în fig. 3, *punctul critic* care reprezintă temperatura mediului la care se produce cea mai scăzută termoproducție. Termoproducția în acest caz corespunde metabolismului bazal, adică a metabolismului pe nemîncate, în repaus complet. Punctul critic reprezintă o temperatură de neutralitate termică în condițiile sus menționate; ea nu poate fi însă o temperatură optimă în viața de toate zilele, întrucît condițiile normale de trai și activitate sînt diferite de cele ale metabolismului bazal (repauș la pat, alimentație suspendată).

În mod practic nu se uzează de noțiunea de punct de neutralitate termică, ci de o *zonă de neutralitate termică* care cuprinde o gamă mai largă de temperaturi, variabile în funcție de diferiți factori. În ultimul capitol, care tratează despre noțiunea de neutralitate termică, ca stare specifică confortului termic, ce indică absența unor solicitări evidente în menținerea temperaturii corpului, se va reveni asupra acestor aspecte.

Termoreglarea chimică se desfășoară în spațiul dintre temperatura critică inferioară și temperatura punctului critic (vezi fig. 3). Deci, în toată această zonă, producerea de căldură reprezintă modalitatea de bază a termoreglării. Orice metodă de a stimula termoproducția, ca spre exemplu efortul fizic, prelungește mult limita temperaturii critice inferioare și ușurează în general termoreglarea la frig. *Secreția calorigenă a glandelor tiroidă și suprarenală are un*

*rol deosebit în termoreglarea chimică.* Dacă aceste glande au o hipofuncție patologică, cum se întîmplă în unele boli, rezistența organismului la frig este mult mai scăzută.

Cu toată importanța termoreglării chimice nu trebuie deloc neglijat faptul că într-o ambianță rece, organismul mai luptă pentru menținerea temperaturii sale și prin *mechanisme fizice*. Aceste mecanisme se referă la *diminuarea* pe cît posibil, a *pierderilor de căldură* solicitate de mediu. Paloarea pielii observată la frig este, spre exemplu, urmarea unei *vasoconstricții reflexe*, mecanism prin care se reduce mult pierderea de căldură la nivelul suprafeței corpului. Pielea palidă este în primul rînd mai rece, ori, în acest fel ea va iradia mai puțină căldură. Vasoconstricția reduce și transsudatul ce realizează umiditatea normală a pielii, deci diminuează și pierderea de căldură prin evaporare. Prin vasoconstricția de la suprafața corpului se ajută de fapt nu numai termoreglarea fizică ci și cea chimică. Masa circulantă a sîngelui din tegumente se reduce, dar crește în organele interne și în mușchi, participînd — cu oxigenul pe care îl transportă — la susținerea proceselor metabolice intensificate.

Vasoconstricția nu este însă singurul mecanism de redistribuire a apei din organism, la frig. Investigații cu metode speciale au arătat că în timpul expunerii la temperaturi joase se produce *concentrarea sîngelui*, apa trecînd în țesuturile organelor. Alături de reducerea aportului de sînge, și hemoconcentrația micșorează pierderea de căldură prin scăderea conductibilității pielii și a transsudatului sanguin tegumentar expus evaporării.

Pielea și țesutul subcutanat, cu sînge mai redus decît în mod normal, joacă rolul unui material izolant asemănător plutei. Întrucît la femei stratul subcutanat este mai gros decît la bărbați, ca urmare a depunerii grăsimii, ele reușesc să piardă la frig mai puțină căldură decît bărbații.



Bărbații au însă o termoproducție mai ridicată și aceasta explică, se pare, rezistența lor mai mare la frig.

*Reducerea suprafeței de iradiere* a căldurii prin ghemuirea corpului este o altă metodă de rezistență la frig. Ea se utilizează mai rar de către om, dar animalele o utilizează frecvent. Păsările își bagă în acest scop capul sub aripă, mamiferele își strâng sau își încolăcesc corpul.

Prin îmbinarea metodelor amintite, organismul omului, care mai beneficiază și de protecția îmbrăcămintii, reușește să-și mențină destul de constantă temperatura corpului, la temperaturi ambientale reci și umede. Temperatura critică inferioară este greu de stabilit, întrucât unii oameni sînt obișnuiți să străiască la pol, iar alții rezistă cu greu chiar la excesele termice ale iernilor obișnuite. Cert este însă că *omul este mai rezistent la hipotermie decît la hipertermie*. Totuși, la o temperatură internă de  $37,0^{\circ}\text{C}$  mecanismul de reglare a temperaturii corpului încetează orice luptă și corpul începe să piardă căldură ca orice alt corp fără viață (pînă își egalizează temperatura cu cea a mediului).

## 2.2. Termoreglarea în condițiile ambianței calde

Reamintim că principiul homeotermiei constă în faptul că pierderea de căldură trebuie să fie egalată de producerea de căldură și invers. Cum într-un mediu cald pierderea de căldură a corpului nu este prea mult solicitată, s-ar putea crede că organismul, pentru a nu se supraîncălzi, poate reacționa simplu, scăzînd producerea de căldură. Dar, așa cum s-a arătat în figura 3, termoproducția nu poate scădea sub metabolismul bazal (ceea ce corespunde temperaturii punctului critic). În acest caz organismului nu-i mai rămîne decît să-și *intensifice modalitățile*

sale obișnuite de pierdere a căldurii, reușind astfel să-și păstreze termocanstanța pînă la temperatura critică superioară, după care intră în hipertermie. Zona dintre temperatura punctului critic și temperatura critică superioară este zona *termoreglării fizice*, bazată pe termoliză (vezi figura 3).

Pentru ca termoliza să se producă, organismul uzează după caracteristicile ambianței termice, de toate sau numai de unul din mecanismele sale fizice de a dispersa căldură.

La începutul creșterii temperaturii mediului, termoliza se poate face prin toate cele 4 modalități obișnuite, — radiație, convecție, conducție, evaporare — bineînțelese intensificate.

Cu cît diferența dintre temperatura tegumentelor și temperatura aerului sau a suprafețelor înconjurătoare sau de contact este mai mare, cu atît este mai intensă și pierderea de căldură prin conducție, convecție și radiație; de aceea, organismul caută să mărească această diferență prin *creșterea temperaturii la suprafața diferitelor segmente corporale*. Astfel, s-a constatat că în cadrul zonei de termoreglare fizică, înaintea apariției transpirației vizibile, pentru fiecare grad în plus peste temperatura de confort a aerului, temperatura frunții crește cu circa  $0,11^{\circ}\text{C}$ , a palmei cu  $0,42^{\circ}\text{C}$ , a piciorului cu  $0,73^{\circ}\text{C}$ . Proporțional se intensifică și pierderea de căldură, fiind de la sine înțeles că segmentele corporale la nivelul cărora crește cel mai intens temperatura, participă cel mai mult la termoreglarea prin termoliză. Respectiv, în cazul omului, extremitățile și în special cele inferioare au acest rol (fig. 6).

Organismul are foarte bine pus la punct acest mecanism de creștere a temperaturii tegumentelor la cald, ca mijloc de intensificare a dispersiei de căldură. Astfel, creș-

VARIAȚIA TEMPERATURII CÛTANATE  
ÎN FUNCȚIE DE TEMPERATURA  
EXTERIOARĂ

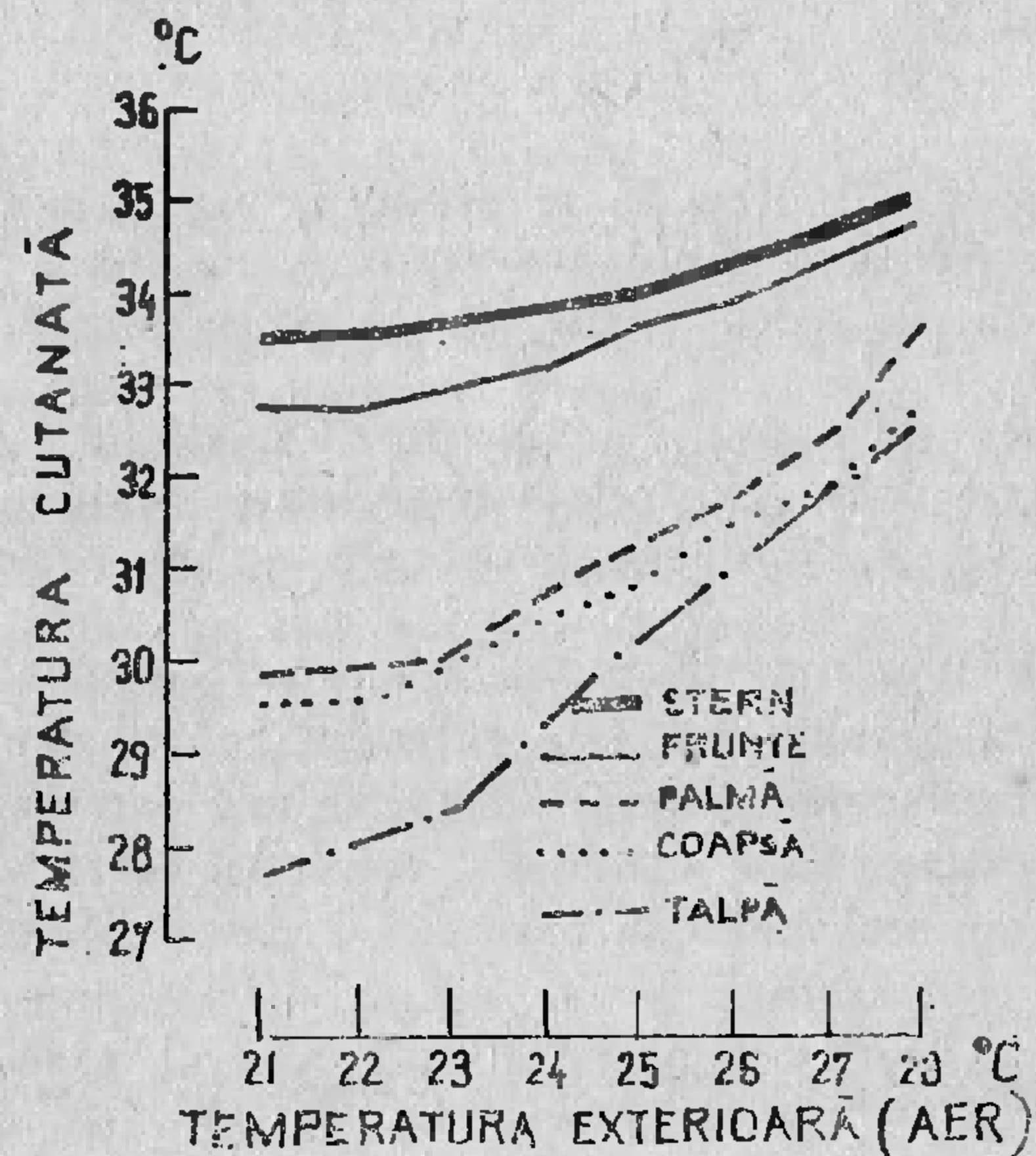


Fig. 6. — Creșterea temperaturii cutanate în diferite zone corporale, în funcție de temperatura aerului.

terea temperaturii tegumentelor sub influența creșterii temperaturii aerului, înainte de depășirea zonei de confort termic este mult mai neînsemnată, decât după intervenția stressului prin căldură. Spre exemplu, la o temperatură a aerului între 16 și 20°C temperatura tegumentelor crește în medie cu 1,2°C, cel mult 1,5°C; pe același interval de oscilație termică a aerului, situat între 22°C și 26°C, creș-

terea medie a temperaturii tegumentelor este în jur de 3°C.

Creșterea temperaturii tegumentelor se realizează printr-o serie de mecanisme. Ea depinde, spre exemplu, de intensitatea conducției căldurii din profunzime prin țesuturile care se interpun pînă la piele. Cel mai important mecanism fiziologic în ridicarea temperaturii pielii constă însă în faptul că la cald vasele cutanate se dilată și o bună parte din sîngele organelor interne profunde ajunge la nivelul suprafeței corpului. Concomitent crește volumul sîngelui din întreg corpul prin trecerea în vase a lichidelor interstițiale din țesuturile diferitelor organe, încît va crește și prin acest mod cantitatea de sînge din piele și din țesutul subcutanat. Pe baza acestor reacții, ridicîndu-se temperatura pielii și crescînd conductanța ei termică, se sporește pierderea de căldură prin radiație, conducție, convecție.

Cantitatea de sînge care circulă prin piele crește o dată cu ridicarea temperaturii ambiante. La temperatura aerului în jur de 33°C se ajunge ca sîngele circulant din piele să reprezinte circa 15% din debitul cardiac, ceea ce este mult în comparație cu situația normală. La nivelul tegumentelor, temperatura sîngelui scade, și astfel se dispersează o mare cantitate de căldură adusă permanent din părțile mai profunde spre exterior, prin circulația sanguină (apa din sînge, care reprezintă aproximativ 80% din volumul său, are o mare capacitate de a absorbi și transporta căldură).

Pierderea de căldură prin evaporare este de asemenea stimulată de către creșterea aportului de sînge în tegumente și scăderea vîscozității sîngelui ca urmare a diluării sale; acestea sînt situații prielnice formării sudorii.



Pe măsura creșterii temperaturii ambiante pierderea de căldură prin sudoare devine predominantă față de celelalte modalități de termoliză, dintre care unele pot înceta (fig. 7).

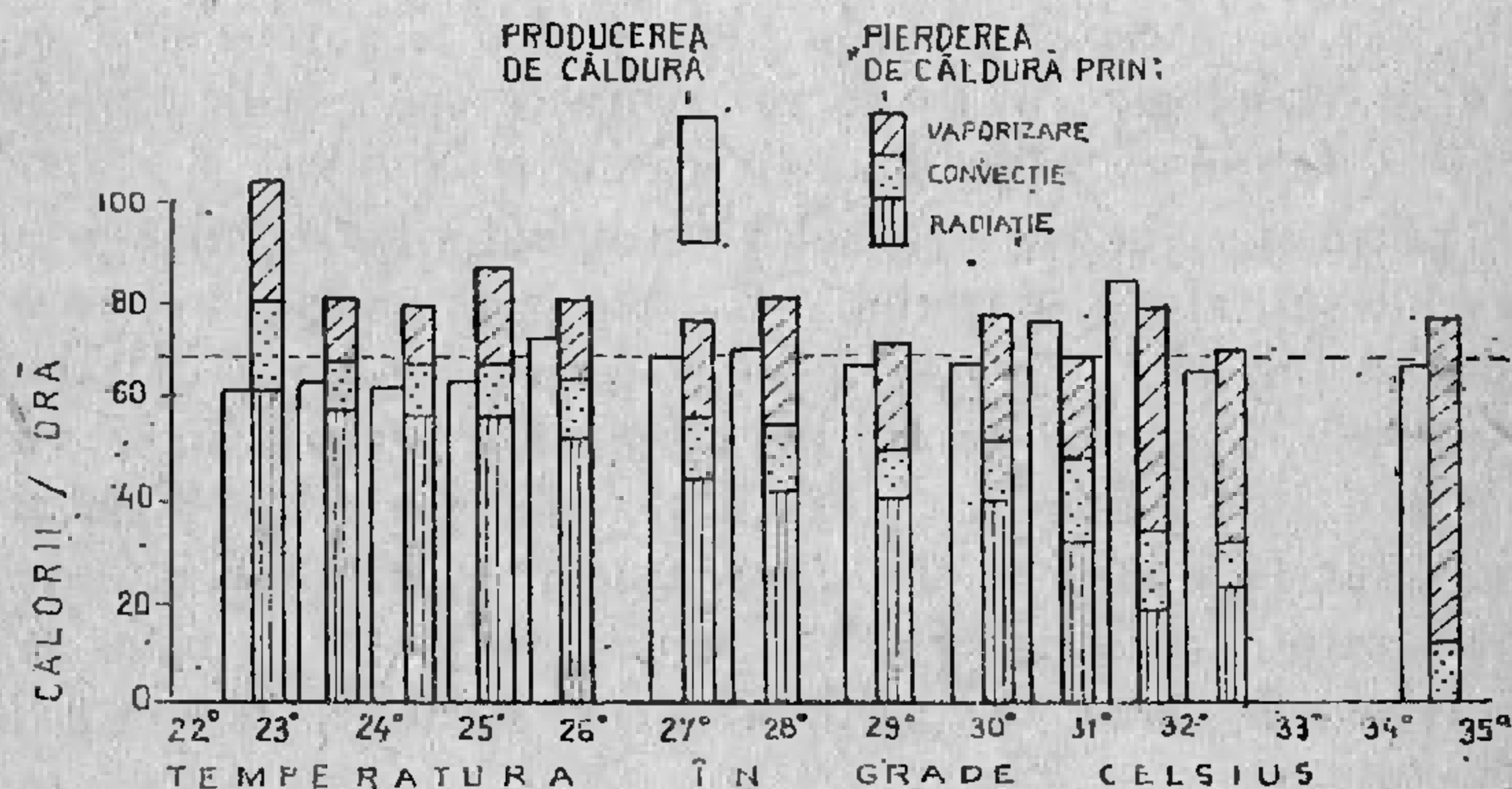


Fig. 7. — Modificarea producerii și pierderii de căldură la omul dezbrăcat, în funcție de variațiile temperaturii ambiante.

Omul dispune de aproximativ 2 milioane de glande sudoripare care pot să intre în acțiune la ridicarea importantă a temperaturii mediului. Secreția sudorală nu este o reacție datorată stimulării termice directe a glandelor sudoripare. Ea apare ca urmare a mecanismului reflex periferic de termoreglare și în special a celui central, deci ca răspuns la excitarea centrilor nervoși din hipotalamusul anterior, prin ridicarea temperaturii sîngelui atunci când începe să crească ușor și temperatura corpului.

La un om foarte ușor îmbrăcat, în repaus, transpirația vizibilă poate să nu apară pînă la 29—30°C temperatură aer. Debitul secreției sudorale crește însă intens la temperaturi ambientale peste 33—35°C. Cu cît un om este mai

neadaptat la cald, cu atît transpiră mai mult, ajungînd să piardă pe oră un litru de sudoare și chiar mai mult. Dar, transpirația care nu reușește să se evapore, ci se prelinge în picături de pe piele, nu mai este eficientă termoreglării.

Deci *posibilitatea evaporării transpirației în mediul ambiant constituie o condiție de bază a eficienței termoreglării fizice*. Secreția sudorală se declanșează în mod reflex, indiferent dacă transpirația se evaporă sau nu. Efortul fizic, în special la persoane neantrenate și îmbrăcăminte neadecvată (groasă sau compactă), face ca transpirația să apară mai repede și mai abundentă. Muncitorii neantrenați la medii calde în timp ce prestează activități fizice grele, la furnale spre exemplu, consumă pentru evaporarea transpirației, în jur de 7000 Kcal în timpul celor 8 ore de lucru. Ori, organismul uman pierde în medie, în condiții normale de efort și de temperatură, 3000—3500 Kcal/24 ore. Toată cantitatea de căldură poate fi eliminată numai prin transpirație, ceea ce se realizează relativ ușor în aerul cald și uscat, mai ales dacă intervin și curenții de aer.

Desigur însă că omul nu se simte confortabil atunci cînd îi este cald și transpiră. El are adeseori tendința să ștergă orice urmă de sudoare produsă din cauza căldurii. În acest caz ștergerea transpirației este însă o greșală, deoarece transpirația care nu apucă să se evapore nu mai ajută la termoreglare.

Situațiile în care pierderea de căldură a organismului se produce preponderent sau exclusiv prin transpirație sînt nu numai subiectiv neconfortabile dar produc, așa cum se va arăta pe parcurs, și un serios dezechilibru hidromineral. Totuși, în condiții extreme, transpirația și evaporarea sa se impun ca mijloace salvatoare de menținere fiziologică a temperaturii corpului. Omul, ca ființă rațională, are posibilitatea să-și adecveze o îmbrăcăminte mai lejeră

vă, subțire, cu o țesătură rară, care să permită circulația vaporilor de apă și a căldurii, poate să-și reducă efortul fizic generator de căldură și supratranspirație, poate să evite alimentele proteice care cresc mai mult decât altele metabolismul (au acțiune dinamică specifică mare), să ingere lichide care să compenseze pierderile de apă etc.

La persoanele care dispun constituțional de un număr mai mic de glande sudoripare decât normal, pierderea de căldură prin evaporare se realizează întrucâtva compensator la nivelul căilor respiratorii pe tot traiectul lor și în special la nivelul alveolelor pulmonare, care totalizează o suprafață (umedă) de 100—120 m<sup>2</sup>. Aerul expirat are o umiditate de sută la sută, ceea ce înseamnă că evaporarea în căile respiratorii se produce la maximum, până la saturarea cu vaporii de apă a aerului introdus în plămâni cu fiecare inspirație. Pentru ca mecanismul acesta să fie mai eficient, crește frecvența pe minut a mișcărilor respiratorii. La omul cu o reprezentare și funcționare normală a glandelor sudoripare, această accelerare a pierderii calorice pulmonare prin evaporare (și prin alte mecanisme concomitente — ca degajarea dioxidului de carbon) — nu este așa de importantă; apariția și intensificarea transpirației se situează pe primul plan al termoreglării fizice, în cazurile în care temperatura mediului este de 28—29°C.

În lupta împotriva căldurii este firească întrebarea dacă, pe lângă intensificarea pierderii de căldură, pentru reglarea temperaturii corpului, nu se poate apela și la reducerea termogenezei. Acest aspect a fost mult studiat și controversat. În mod cert, *plecând de la temperatura de neutralitate termică, curba metabolismului începe să crească*, întrucât pentru menținerea temperaturii corpului, la stressul cald, sînt necesare niște eforturi suplimentare de intensificare a activității unor țesuturi și chiar sisteme și organe. Creșterea metabolismului se conturează mai evident în momentul antrenării glandelor sudoripare în sus-

ținerea termoreglării. Este de remarcă că metabolismul crește și după intrarea în hipertermie (figura 3), cînd toate eforturile de termoreglare nu mai reușesc să mențină totuși echilibrul între producerea și pierderea de căldură.

Cei mai mulți autori susțin că la om, plecînd de la temperatura de neutralitate termică spre temperatura critică superioară, curba metabolismului crește continuu. Unii susțin însă că pe acest traseu, *pe mici porțiuni, pentru foarte scurt timp, este posibil ca termoproducția să scadă sub valoarea metabolismului bazal*, contribuind astfel la termoreglare. În acest caz ar fi vorba de o *termoreglare chimică superioară* desfășurată în condiții speciale de stress termic de cald, spre deosebire de termoreglarea chimică obișnuită, întâlnită la stressul termic de rece.

Fenomenul nu este însă prea bine verificat, încît termoliza rămîne ca unica modalitate practic recunoscută de a face față evitării hipertermiei. Limita ambianței termice la care un om intră în hipertermie este, ca și în cazul hipotermiei, variabilă, în funcție de o serie de factori, în primul rînd de tip adaptativ. Ea poate fi împinsă pentru scurt timp, într-un aer uscat perfect, spre 100°C, însă practic omul nu poate rezista prea mult timp, fără consecințe, la temperaturi ambientale care depășesc temperatura corpului său.

### 2.3. Care sînt limitele de constantă a temperaturii corpului realizate prin termoreglare ?

În cele prezentate s-a subliniat adeseori că nu se poate vorbi de o homeotermie absolută, cu tot efortul sistemului de termoreglare.

Temperatura corpului uman se apreciază la 37°C ca o medie a temperaturii diferitelor organe interne. Măsurarea



se face convențional la nivelul axilei, care, fiind o cavitate închisă, reflectă destul de apropiat temperatura medie internă. Mai exact temperatura internă se poate lua însă sub limbă, în rect sau pentru o și mai mare precizie la nivelul timpanului (prin utilizarea unor termometre speciale). Temperatura axilară este cu  $0,3^{\circ}$ — $0,6^{\circ}\text{C}$  mai mică decât cea a timpanului, care oscilează între  $36,5^{\circ}$ — $37,5^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura organelor interne, a sîngelui și a țesutului sistemului nervos poate prezenta, în decursul a 24 de ore, oscilații de  $0,3$ — $0,5^{\circ}\text{C}$  și chiar pînă la  $1^{\circ}\text{C}$ ; în mușchii striati însă, în timpul unei munci fizice foarte intense, oscilațiile temperaturii pot atinge  $3$ — $4^{\circ}\text{C}$ . Practic, în timpul repausului sau al unui efort fizic redus, în condiții de ambianță termică obișnuită, oscilațiile temperaturii medii interne a corpului uman sînt foarte mici, de 2—3 zecimi de grade în jurul a  $37^{\circ}\text{C}$ .

Cu totul alta este situația temperaturii la nivelul tegumentelor. Exceptînd plicile (axilare și inghinale), temperatura pe suprafața corpului este sub  $37^{\circ}\text{C}$ , prezentînd valori normale în medie de la  $35,5^{\circ}\text{C}$  la  $27,0^{\circ}\text{C}$  după regiunea corporală, așa cum se ilustrează în figura 8.

În aceeași regiune corporală există un gradient între temperatura internă a organelor și temperatura tegumentelor care le corespunde ca topografie. Spre exemplu, temperatura ficatului este de aproape  $38^{\circ}\text{C}$ , a bicepsului la 10 mm sub aponevroză de  $37^{\circ}\text{C}$ , a tegumentelor de deasupra ficatului de  $33,4^{\circ}\text{C}$ , iar de deasupra bicepsului de  $32,9^{\circ}\text{C}$ . La nivelul extremităților, ca vîrfurile degetelor de la picioare, sau a proeminențelor (ca lobul urechii și vîrfurile nasului), temperatura scade pînă la  $30$ — $27^{\circ}\text{C}$  și chiar mai puțin.

Temperatura mai scăzută a acestor regiuni se explică în bună parte prin faptul că suprafața lor este mult mai mare în raport cu unitatea de masă și de volum; de ase-

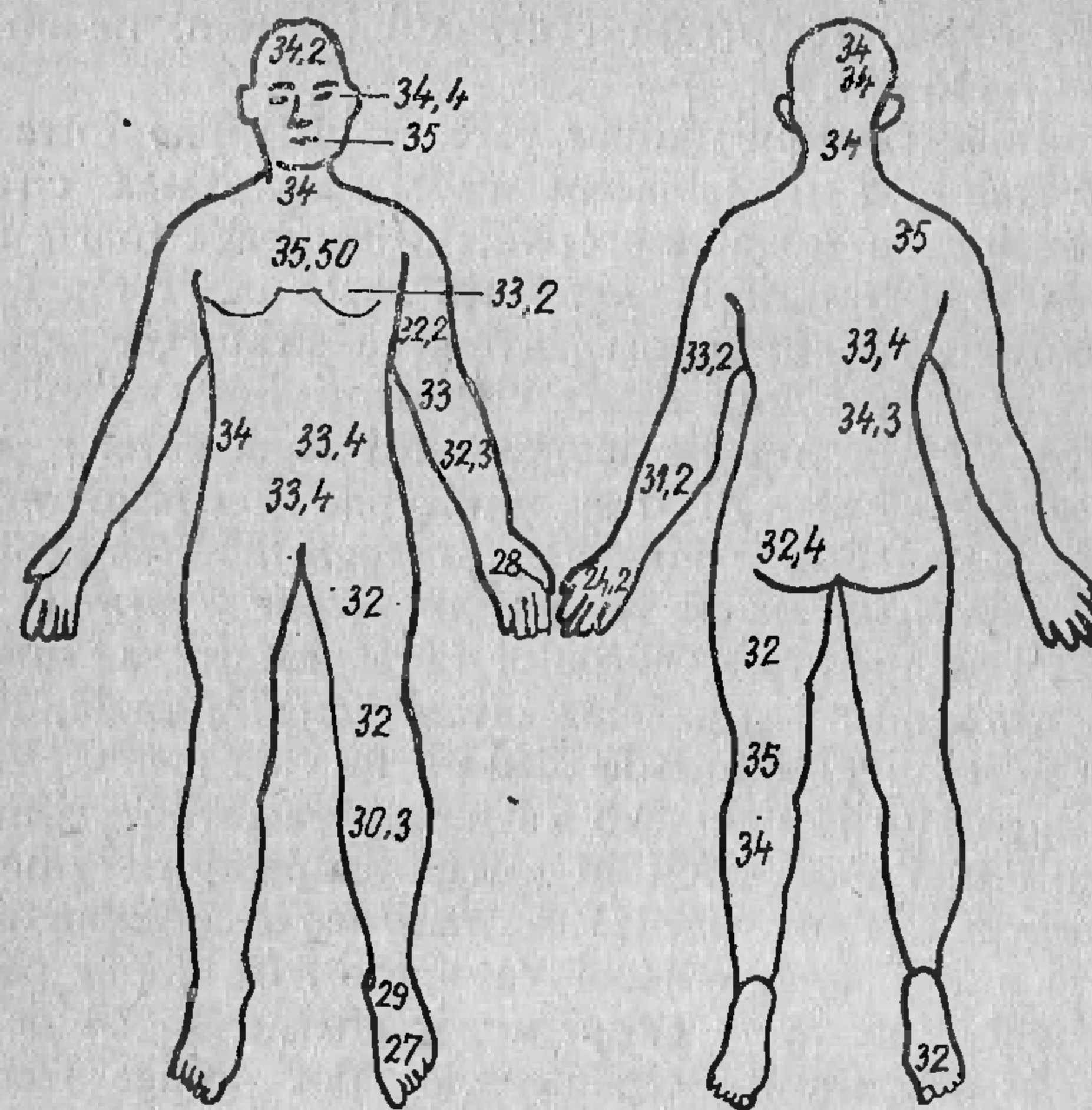


Fig. 8. — Variația temperaturii cutanate pe fața anterioară și posterioară a corpului în diferite puncte corporale (în grade Celsius).

menea lipsa subiacentă a unor organe interne, adevărate rezervoare care transmit căldură prin conducție spre piele (ca în cazul toracelui sau a abdomenului), explică această temperatură mai scăzută.

Deci, organele interne influențează temperatura tegumentelor din regiunea corporală suprapusă, dar trebuie reținut că nu există în acest sens un raport strict direct. Astfel, temperatura deasupra plămînilor este mai mare decât deasupra ficatului, deși dacă ar trebui să luăm în con-

siderație numai temperatura organului intern, ne-am aștepta să fie invers.

Grosimea stratului adipos care se interpune între piele și organul intern subiacent ca și intensitatea circulației sanguine din zona respectivă, influențează foarte mult valoarea temperaturii la suprafața corpului. Temperatura tegumentului este în raport invers cu stratul de grăsime subcutanat și într-unul direct cu intensitatea vascularizației. Valorile diferite ale temperaturii tegumentelor după regiunea corporală sînt deci explicabile și considerate ca normale. Din contră, *dispariția topografiei temperaturii cutanate arată un stress termic, o situație anormală*. De asemenea, temperatura corpului la suprafața sa sub valoarea temperaturii organelor interne este normală, deoarece la acest nivel se pierde căldură față de mediu. Variațiile temperaturii pielii sub influența factorilor climatici sînt mult mai mari decît în cazul temperaturii interne; acest aspect este de asemenea normal, deoarece temperatura pielii se modifică, prin jocul vasomotor, în scopul păstrării cît mai constante a temperaturii interne. În 24 de ore, oscilațiile temperaturii tegumentelor pot atinge frecvent valori de 5—7°C.

Așa cum s-a desprins din cele arătate, *factorii climatici și efortul fizic influențează cel mai puternic temperatura corpului*. Ei nu sînt însă singurii factori care acționează în acest sens. *Înșiși factorii psihologici pot declanșa astfel de oscilații termice*. Spaima scade temperatura corpului, iar autosugestia o poate ridica cu cîteva grade. Bineînțeles că în condiții de boală modificarea temperaturii corpului este foarte frecventă, în special în sensul creșterii.

La instalarea unei febre sînt declanșate mecanismele care în mod normal apără organismul de hipotermie: creșterea termoproducției combinată cu scăderea dispersiei de căldură. Stimulul care produce aceste reacții este diferit după natura febrei: în *febrele infecțioase* el este re-

prezentat de către toxinele microbului infectant; în cele *chirurgicale* de către substanțele eliberate de țesuturile lezate prin operație; în cele *medicamentoase* de către substanțele chimice din medicamente etc. În timpul febrei, temperatura se poate ridica cu cîteva grade peste 40°C, excepțional de rar fiind atinse chiar și temperaturi de 45°C. Temperaturile peste 41°C sînt însă foarte nocive. Pe lîngă faptul că astfel de creșteri indică o agravare a stării bolnavului, ele în sine sînt nocive. Creșterea temperaturii peste anumite limite inactivează ireversibil enzimile ce catalizează procesele metabolice. Proteinele tisulare care sînt substanțe deosebit de termosensibile sînt grav alterate. Supraviețuirea la o hiperpirexie de peste 44,4°C este rară, practic aproape imposibilă.

Se pare totuși că organismul omului ar dispune de un mecanism termostatic care oprește, pe cît posibil, înaintarea febrei spre temperaturi care produc coagularea proteinelor din structura celulei și moartea enzimelor, așa încît temperaturile peste 41°C sînt foarte rare.

Relativ la mecanismul de producere a febrei sînt de subliniat cîteva aspecte interesante în legătură cu afectarea termoreglării.

În *primul stadiu* al febrei nu se mai respectă principiul de bază al homeotermiei: păstrarea raportului între căldura produsă și cea eliminată. Cu toate că temperatura internă a corpului este ridicată mai mult la începutul febrei, bolnavul are senzația de frig, este cuprins de fiori sau tremurături. Senzația de frig se datorește faptului că pielea bolnavului febril este rece la început, ca urmare a unei puternice vasoconstricții care are ca scop diminuarea pierderilor de căldură la suprafața tegumentelor. Deci echilibrul caloric este răsturnat, întrucît normal ar fi ca, paralel cu ridicarea temperaturii corpului în interiorul său, să crească și eliminarea de căldură la exteriorul său, adică la nivelul pielii. Tremurăturile care apar la începutul fe-



brei, punînd în mişcare muşchii, cresc producerea de căldură, ceea ce este un factor în plus în creşterea temperaturii, dar mai secundar decît eliminarea scăzută de căldură.

După prima fază, faza cu frison sau în orice caz cu senzaţie de frig, echilibrul dintre căldura produsă şi cea pierdută este parţial corectat. Temperatura internă atin-gînd un anumit prag, căldura eliminată la nivelul pielii începe totuşi să crească, ceea ce se realizează prin înceta-rea vasoconstricţiei din piele şi apariţia unei vasodilataţii cu senzaţia concomitentă de cald. În acest al *doilea stadiu* al febrei, mecanismul termostatic al corpului acţionează mai apropiat de normal, în sensul că temperatura internă fiind crescută, creşte şi eliminarea de căldură; mecanis-mul termostatic rămîne însă „fixat” la un nivel superior, adică la menţinerea unei temperaturi de peste  $37^{\circ}\text{C}$ . Explicaţia ar consta în faptul că, în timpul bolii, febra este necesară pentru desfăşurarea unor mecanisme de luptă contra bolii.

După părerea unor oameni de ştiinţă, numai tempera-turile moderat peste  $37^{\circ}\text{C}$  sînt eficiente deoarece favori-zează formarea anticorpilor. Animalele de laborator infec-tate cu agenţi microbieni au făcut însă forme mai uşoare de boală, dacă li s-a produs artificial şi o febră de  $39^{\circ}$ — $40^{\circ}\text{C}$ . În concluzie, febra chiar cînd reprezintă o abatere mai serioasă de la termoconstanţa corpului uman, este, de regulă, o armă a organismului de conservare a vieţii în lupta cu boala.

În mod normal, în cursul zilei există *variaţii diurne* ale temperaturii corpului; maximul de temperatură se constată seara, în jurul orelor 18, iar minimul dimineaţa, între orele 4 şi 5. Curba termică zilnică este concordantă cu variaţiile presiunii arteriale, pulsului, glicemiei. Ea se datorează ritmului somn-stare de veghe. Dacă se doarme ziua, iar noaptea omul este treaz (serviciu de noapte),

curba se schimbă. De asemenea lungirea sau scurtarea in-tervalului de somn-veghe produce schimbări pe curbă. As-pectul ei normal este ilustrat în fig. 9.

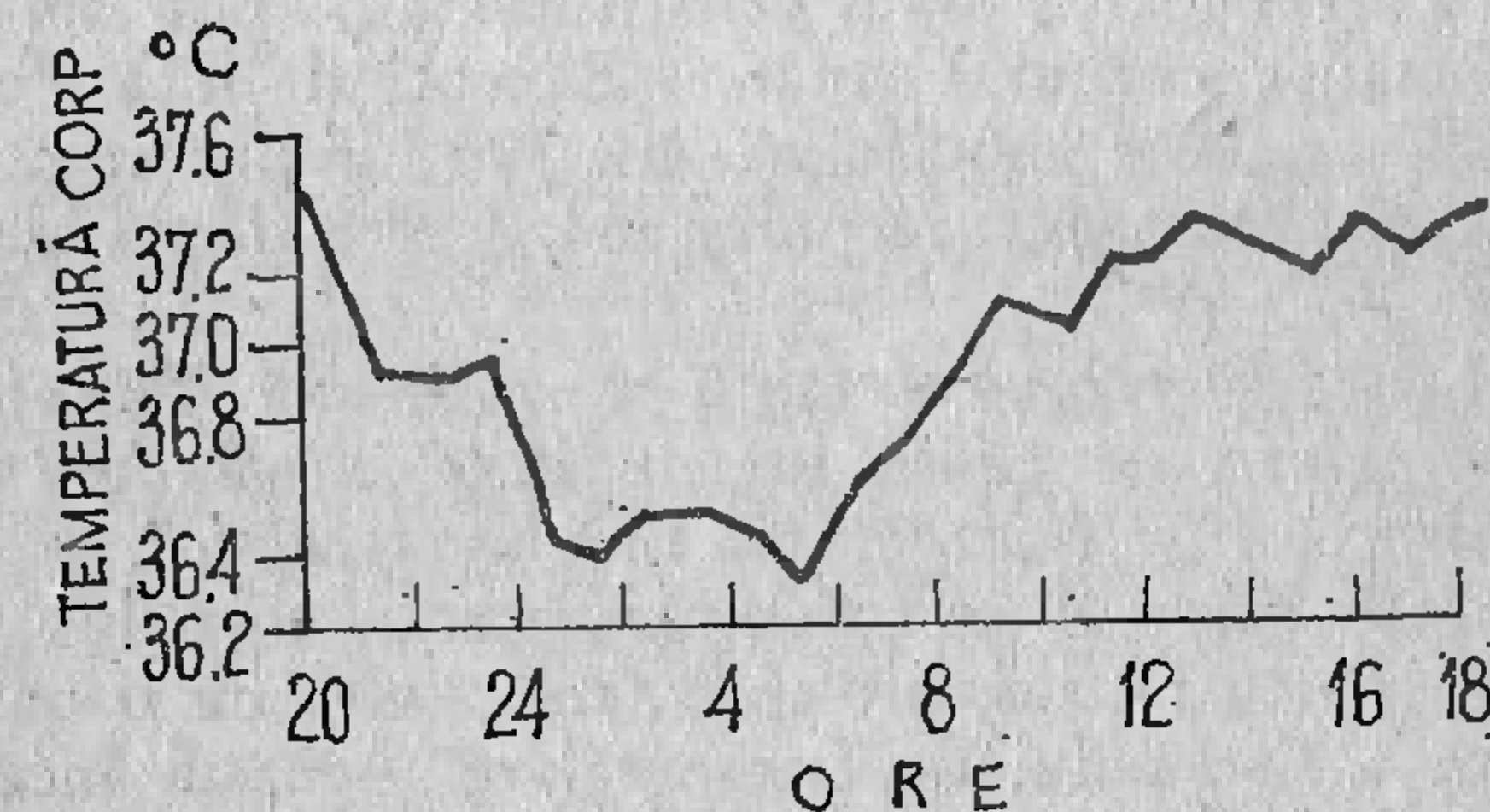


Fig. 9. — Variația temperaturii corporale la om în decurs de 24 ore.

Femeile prezintă o variație a temperaturii corpului în raport cu ciclul menstrual. Temperatura minimă se înre-gistreză în timpul menstrei, iar cea maximă începe în mo-mentul ovulației (figura 10).

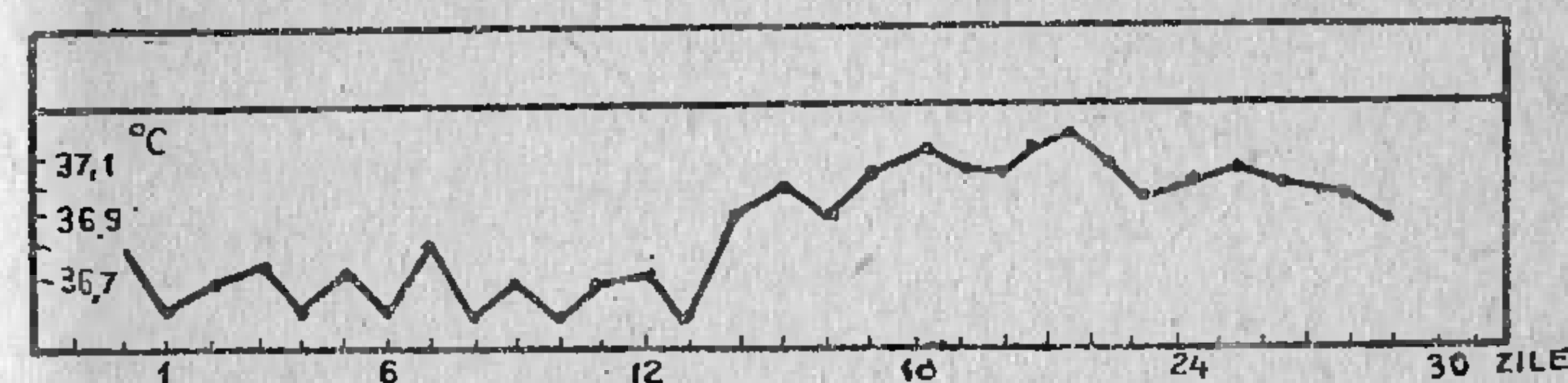


Fig. 10. — Variația temperaturii corporale a femeii în decursul lunii, în raport cu ciclul menstrual.

Temperatura corpului uman mai prezintă variații sezo-niere și în funcție de o serie de factori constituționali. De-

terminările, pe un număr mare de oameni, au stabilit valori normale ale temperaturii (măsurată sublingual), între 35,8 și 37,8°C.

Ca atare, o serie de factori externi, interni (fie patologici, fie fiziologici) sau constituționali, pot modifica termoconstanța corpului uman. Exceptînd însă factorii patologici, celelalte modificări nu sînt importante încît practic termoconstanța corpului uman este destul de bine realizată.

*Cînd această termoconstanță se realizează fără eforturi de termoreglare, ne găsim în condițiile ideale de confort termic, aspect foarte important în viața practică.*

Cel mai frecvent însă termoconstanța corpului uman se realizează cu un anumit efort, mai exact cu o anumită încordare a sistemului de termoreglare. Această încordare este posibil de testat și ea este importantă deoarece semnalează riscul spre hiper- sau hipotermie și obosirea sistemului de termoreglare, disconfortul termic al organismului.

### 3. CUM SE POATE APRECIA ÎNCORDAREA SISTEMULUI DE TERMOREGLARE AL ORGANISMULUI ?

În acest sens, se pot utiliza o serie de indicatori de tip psihofiziologic. Indicatorii folosiți cel mai frecvent în acest scop sînt: *temperatura cutanată și centrală, reacția cutaneo-vasculară, gradul de transpirație, frecvența pulsului, frecvența și amplitudinea mișcărilor respiratorii, cronaxia motoare și senzitivă, mărimea metabolismului energetic* (indicatori obiectivi) *și senzația termică* (indicator subiectiv). Utilizarea lor în practică necesită cunoștințe de fiziologie și se face numai de către persoane cu pregătire specială. Pentru cititori, cîteva amănunte asupra celor mai importanți dintre acești indicatori considerăm că sînt interesante.

#### 3.1. Temperatura cutanată

În complexul de relații termice dintre organism și mediu, importanța tegumentelor este deosebită, deoarece pierderea de căldură, aproape în totalitatea sa, se produce la nivelul tegumentelor. Termoliza și în consecință tempe-



ratura tegumentelor este mult influențată de variațiile ambianței termice și în special de temperatura aerului; aceasta constituie factorul termic din mediu cel mai activ din punct de vedere al termoreglării.

*Între variația temperaturii aerului și valorile temperaturii cutanate există un paralelism în raport cu necesitatea păstrării echilibrului termic.* În cazul unor zone corporale cu o constanță mai mare a temperaturii cutanate (ca spre exemplu fruntea), s-a încercat chiar stabilirea unor formule care leagă matematic temperatura cutanată de temperatura aerului. Majoritatea cercetărilor arată că la fiecare creștere cu un grad C a temperaturii aerului, temperatura cutanată crește în medie cu  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Așa cum s-a mai arătat, amplitudinea creșterii temperaturii cutanate în funcție de temperatura aerului depinde însă de regiunea corporală: extremitățile inferioare au cea mai bună reactivitate, respectiv cel mai mare coeficient de variație în funcție de temperatura aerului.

În condiții obișnuite, temperatura cutanată este mai puțin influențată de ceilalți factori ai ambianței termice: umiditatea aerului, viteza curenților de aer, temperatura suprafețelor. Astfel, umiditatea exercită un rol mai evident asupra temperaturii cutanate numai la temperaturi ridicate ale aerului, când prin evaporarea transpirației scade temperatura cutanată. La temperaturi normale, o schimbare cu 50% a umidității relative echivalează doar cu o modificare a temperaturii aerului de circa  $1^{\circ}\text{C}$ . Curenții de aer neperceptibili, până la viteze de 0,25 m/s, nu influențează temperatura cutanată; peste 0,25 m/s o scad sau o cresc în funcție de temperatura curenților. Temperatura suprafețelor (pereți, mobilier etc.), influențează temperatura tegumentelor, în special când este mai ridicată sau mai scăzută, decât a aerului, ceea ce este mai rar întâlnit în practică.

Cercetătorii sovietici au fost printre primii care au căutat unele criterii de apreciere a confortului sau disconfortului termic al organismului uman în relație cu factorii termici ai ambianței, pe baza folosirii indicelui de temperatură cutanată; ei au luat în considerație în special sensibilitatea deosebită a temperaturii extremităților inferioare la oscilații termice ale mediului. La o temperatură a aerului de  $25^{\circ}\text{C}$ , la nivelul plantei piciorului, care reprezintă circa 3% din suprafața corpului, se pierde 10% din cedarea totală de căldură; iar la o temperatură de  $10^{\circ}\text{C}$ , răcirea termică a picioarelor devine de 4 ori mai mare decât în cazul anterior. De aceea, temperatura tegumentelor scade, în cazul expunerii la frig, la acest nivel; ca atare se poate folosi *amplitudinea scăderii temperaturii cutanate a plantei piciorului ca indicator al disconfortului prin frig* (fig. 11).

Din contră, în cazul șederii într-o încăpere cu aer cald, temperatura cutanată a plantei crește cel mai evident, *amplitudinea creșterii temperaturii plantei putând fi și un bun indicator al disconfortului dat de temperatura prea ridicată a ambianței.* Creșterea mai marcată a temperaturii la nivelul extremității inferioare este foarte eficientă, deoarece suprafața de iradiere a căldurii este mare în raport cu volumul zonei (fig. 12).

Drept criteriu al aprecierii stării de confort termic se poate folosi *relativa constanță a valorilor temperaturii cutanate*, așa zisul „platou termic”. Dacă temperatura cutanată se menține relativ constantă înseamnă că nu trebuie făcut un efort special de termoreglare și deci condițiile termice ambientale sînt optime (fig. 13). Dacă însă temperatura cutanată crește sau scade înseamnă că este cald sau frig.

Un foarte bun criteriu al confortului sau al disconfortului termic este *aprecierea diferenței dintre temperatura*

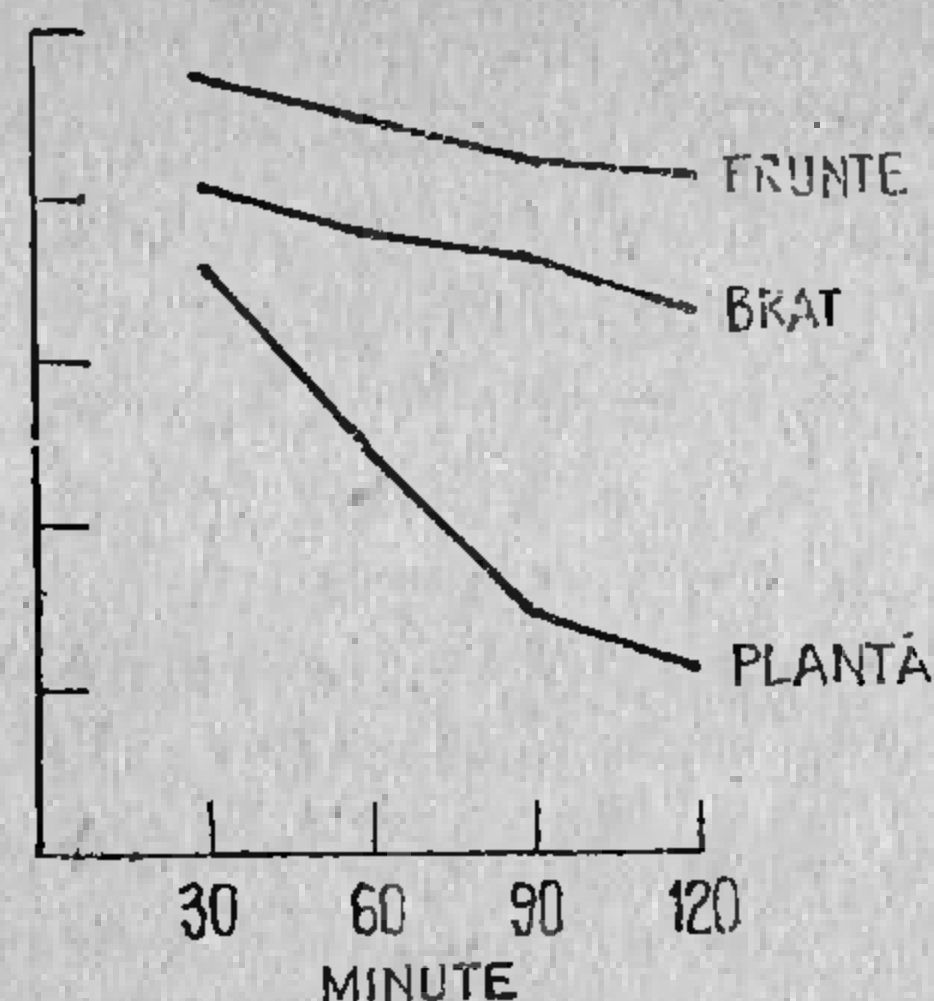


Fig. 11. — Scăderea temperaturii cutanate în special la nivelul plantei, la o temperatură a aerului de 16°C.

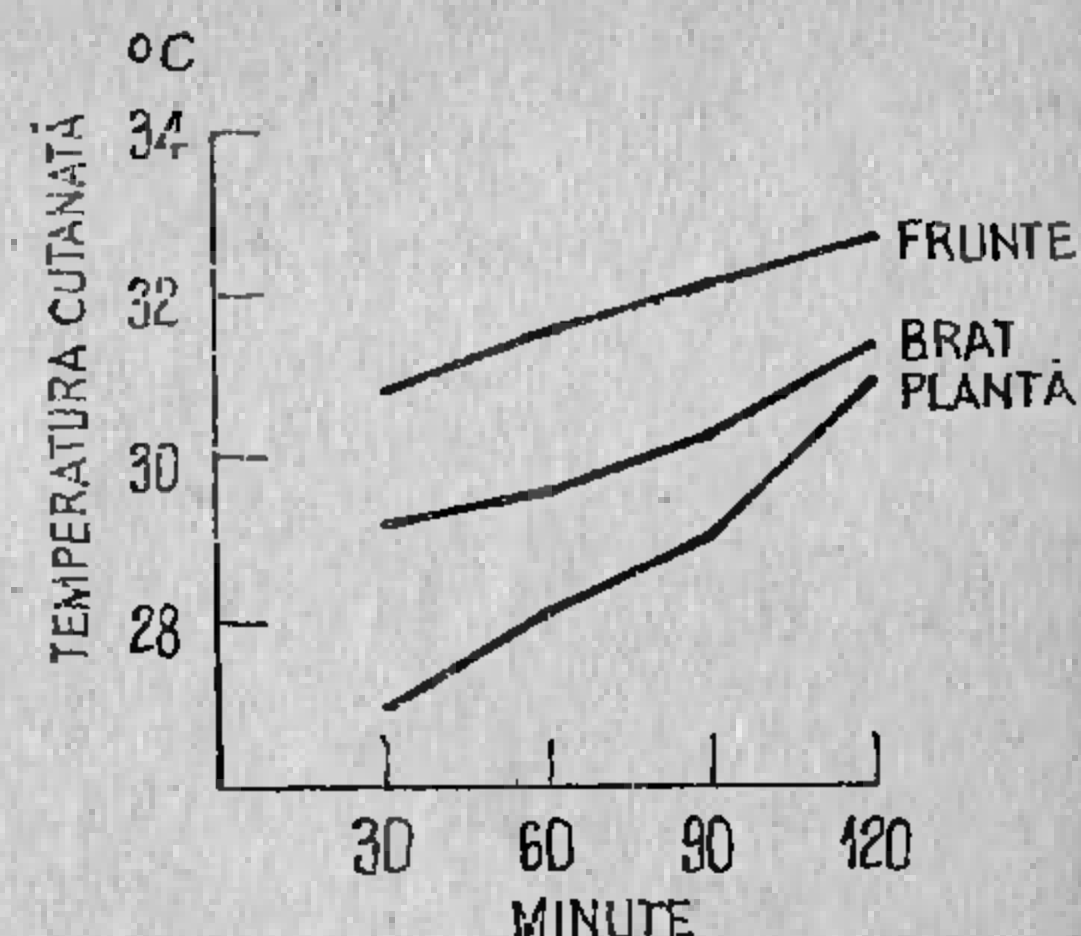


Fig. 12. — Creșterea temperaturii cutanate la o temperatură a aerului de 26°C.

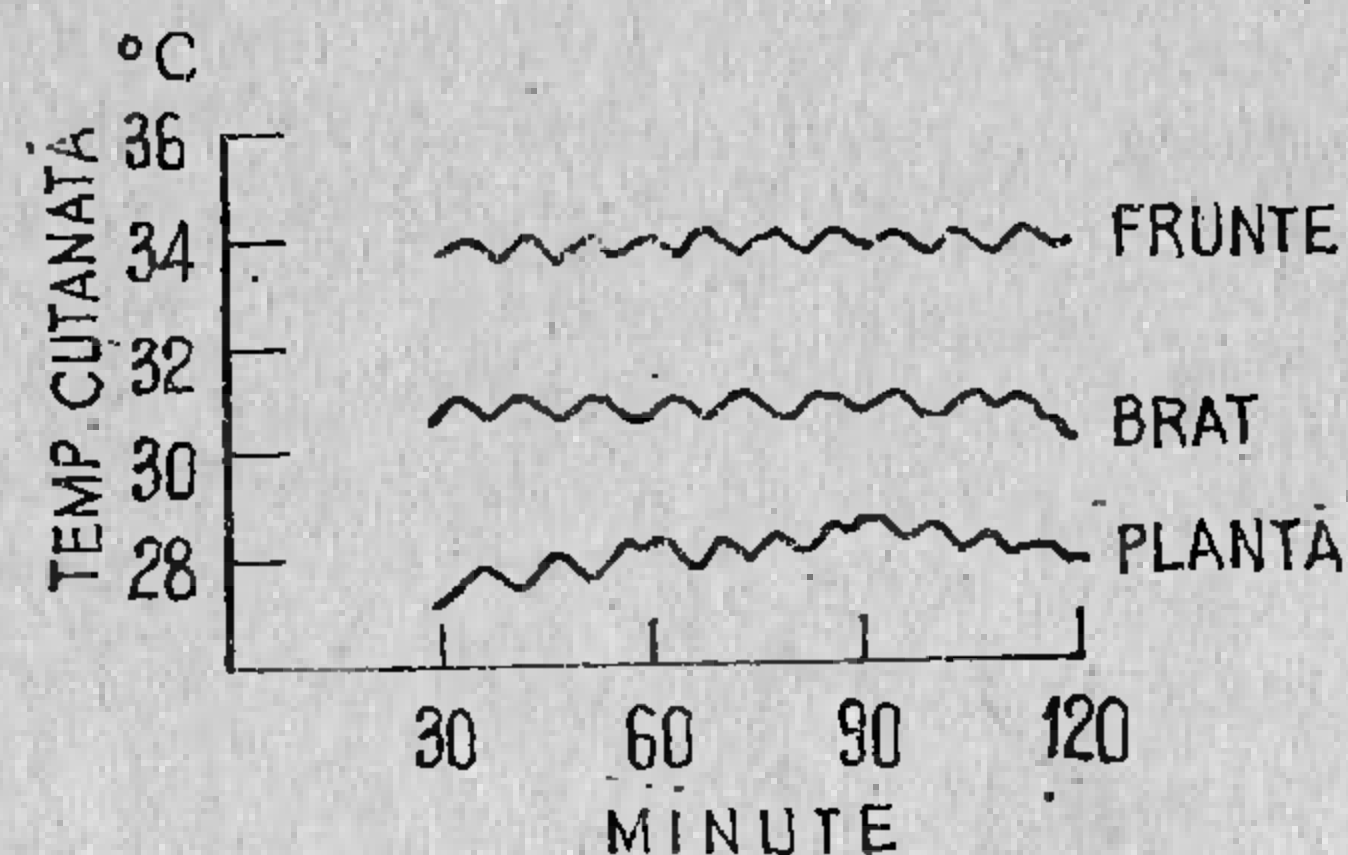


Fig. 13. — Rămânerea constantă a temperaturii cutanate la o temperatură a aerului de 22°C.

cutanată a frunții (sau a sternului) și a plantei piciorului, sau vârful nasului, sau lobul urechii. În zona de confort termic această diferență este de 5—6°C, iar în cazul unui stress termic diferența se mărește la frig și scade la cald.

Se cunoaște că pentru aprecierea confortului termic se mai poate utiliza ca indicator *pierderea termosimetriei* suprafeței corpului. În zona de confort, temperatura cutanată este aproape egală pe regiunile absolut simetrice ale corpului. O abatere cu 0,5—0,7°C de la această egalitate indică încordarea termoreglării ca urmare a unui stress termic.

În sfârșit, pentru confortul termic sînt caracteristice diferite *temperaturi optime ale tegumentelor*, atît ca valoare individuală a fiecărei regiuni cît și ca medie; media rezultă din înmulțirea valorilor de temperatură cutanată a regiunilor corporale, cu un coeficient care reprezintă suprafața acestor regiuni raportată la suprafața întregului corp, considerată 100. Mai exact spus, pentru calcularea mediei ponderate a temperaturii suprafeței corpului se utilizează formula:

$$T_m = 0,07t_1 + 0,35t_2 + 0,8t_3 + 0,6t_4 + 0,05t_5 + 0,19t_6 + 0,13t_7 + 0,07t_8$$

în care  $t_1$  —  $t_8$  reprezintă regiunile corporale în ordine: frunte, torace, braț, antebraț, palmă, coapsă, gambă, plantă. Măsurarea temperaturii pe aceste regiuni se face în 3—4 puncte echidistanțate și media se utilizează în formulă ca temperatură a regiunii.

Pentru măsurarea temperaturii cutanate se poate utiliza aparatura comună determinării temperaturii oricărei suprafețe (fig. 14).

Cel mai frecvent se utilizează electrotermometrele construite pe principiul termistorilor. Ele sînt prevăzute cu un set de sonde punctiforme de contact, etanșeizate în manșoane de materiale izolante pentru a nu fi influențate de temperatura aerului. Sondele se aplică pe piele (la electrotermometrele moderne concomitent pe toate regiunile) și, în cîteva secunde, pe cadranul aparatului se indică temperatura, cu o mare precizie.



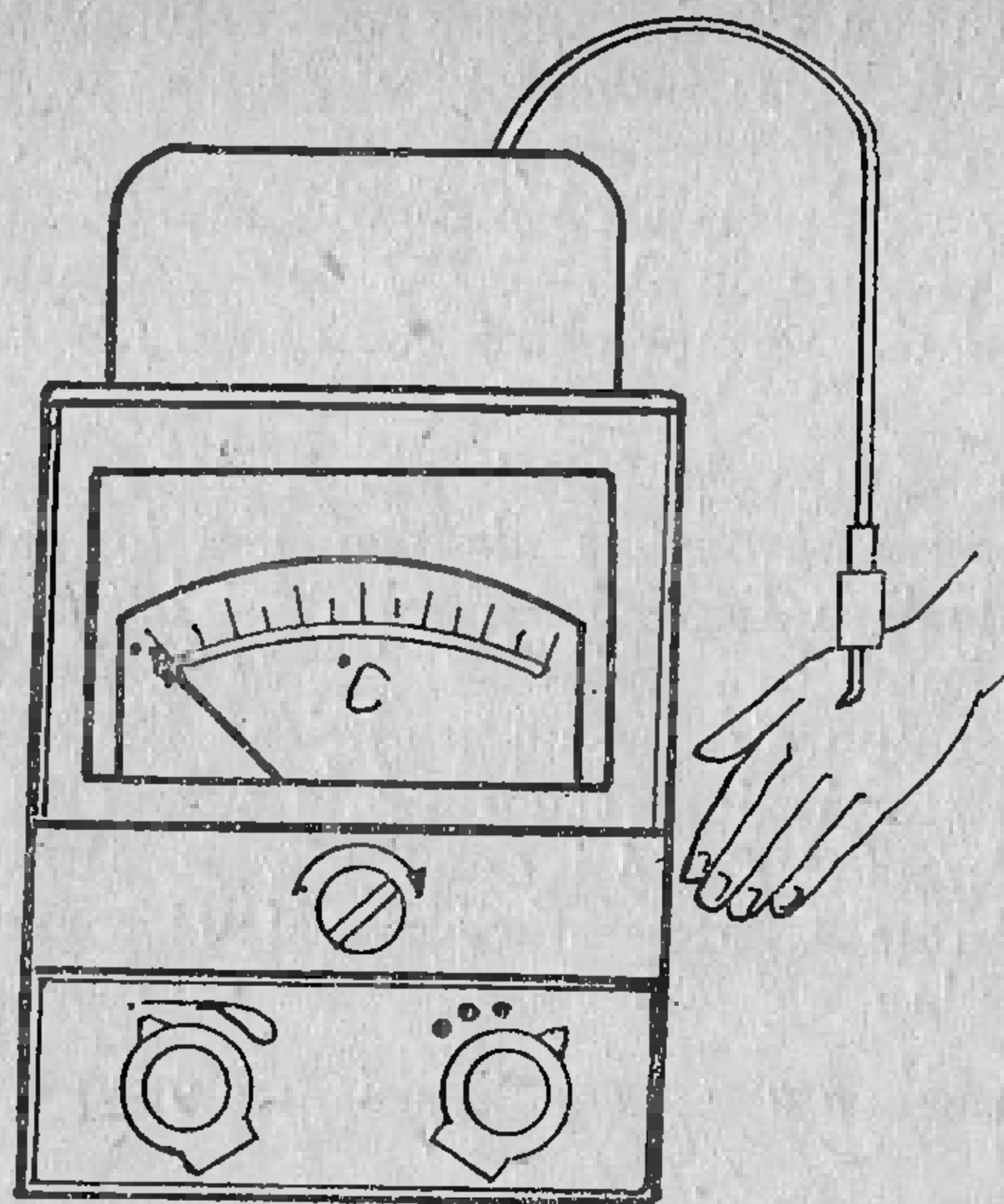


Fig. 14. — Termometru cu termistor.

### 3.2. Temperatura centrală

Orice creștere a temperaturii centrale a corpului, în afara cauzelor de boală, arată un stress termic. În condiții de confort termic creșterea temperaturii centrale nu trebuie să depășească  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Paralel cu creșterea temperaturii mediului, mai ales dacă se efectuează și o muncă fizică intensă, temperatura centrală poate crește cu mai mult de  $0,3^{\circ}\text{C}$ , dar limita maximă ce se permite acestei creșteri este de  $1,2^{\circ}\text{C}$ ; la creșteri mai mari, spre exemplu de  $1,8^{\circ}\text{C}$ , se intră în hipertermie.

Diferența între temperatura centrală și temperatura medie cutanată se folosește ca indicator al confortului sau disconfortului termic. Un gradient de  $4,5-3,5^{\circ}\text{C}$  corespunde confortului termic. Pe măsura creșterii temperaturii aerului, acest gradient se micșorează; la scăderea temperaturii aerului, gradientul crește.

Temperatura centrală se poate măsura în rect, sublingual sau la nivelul timpanului. Cea mai fidelă este temperatura timpanului, care se ia cu un electrotermometru. Mai frecvent însă se utilizează temperatura sublinguală care se măsoară foarte ușor cu un termometru cu mercur. Trebuie reținut însă faptul că la acest nivel temperatura este cu  $0,6^{\circ}\text{C}$  mai scăzută decât temperatura măsurată la nivelul timpanului.

### 3.3. Sudorația și intensitatea sa

Un criteriu important în aprecierea acțiunii stressante a ambianței calde asupra organismului îl constituie gradul de sudorație. În condiții de supraîncălzire, pierderea de căldură prin convecție și conducție devine dificilă; în aceste cazuri, evaporarea transpirației constituie mecanismul de compensație. Apariția și intensificarea transpirației se corelează direct proporțional cu temperatura aerului (fig. 15).

Transpirația apare la temperatura aerului în jur de  $29^{\circ}\text{C}$  și a pielii în jur de  $34^{\circ}\text{C}$ .

Gradul de transpirație a fost estimat ca indicator al acțiunii ambianței termice asupra organismului, în funcție de metoda folosită. Cea mai simplă ar fi metoda colorimetrică (virarea culorii unei substanțe puse pe piele în momentul apariției și intensificării transpirației). În condiții de confort termic, nu se transpiră; apariția transpi-

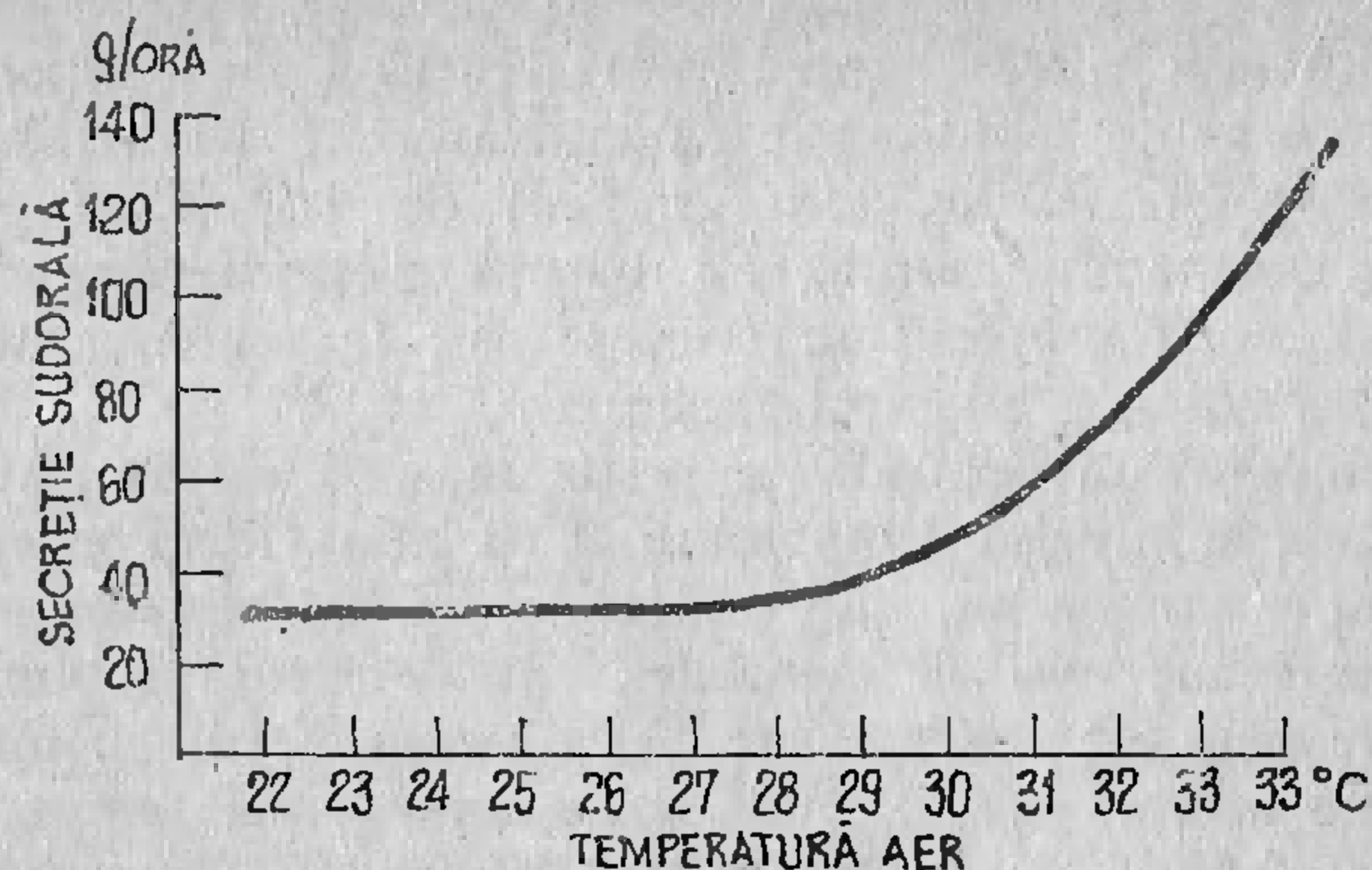


Fig. 15. — Relația dintre intensitatea transpirației și temperatura aerului.

rației constituie un indicator evident că organismul se găsește în zona de disconfort termic.

În industrie, transpirația se determină frecvent prin metoda ponderală, adică prin diferența de greutate corporală înainte și după expunerea la mediul termal care solicită intervenția transpirației. Metoda nu este însă prea sensibilă și se pretează numai în cazul unei transpirații intense ce ajunge de ordinul litrilor pe timpul celor 8 ore de lucru. Se apreciază că încordarea termoreglării și apariția disconfortului corespunde cu o secreție orară de transpirație de 150—200 ml.

Pentru aprecierea gradului de umiditate a pielii în raport cu ambianța termică din locuințe, școli, grădinițe, birouri, este mai indicată măsurarea rezistenței electrice a tegumentelor. Metoda este foarte practică; un aparat special permite, ca și în cazul termometrului cu termistori, măsurători rapide multiregionale (frunte, stern, braț, coapsă, gambă etc.). Pentru aprecierea gradului de transpirație, se

recomandă o scară în care intensitatea transpirației este în raport invers cu rezistența electrică a pielii. Pe această scară rezistența electrică mai mică de 100 K  $\Omega$  corespunde transpirației puternice; rezistența electrică de 100—300 K  $\Omega$  corespunde unei transpirații medii, iar rezistența electrică de 300—1 000 K  $\Omega$  corespunde unei transpirații slabe; rezistența electrică peste 1 000 K  $\Omega$  indică transpirație foarte slabă. Deoarece în zona de confort termic nu trebuie să se transpire, este normal ca rezistența electrică a pielii să fie de peste 1 000 K  $\Omega$ .

### 3.4. Măsurarea frecvenței pulsului, frecvenței amplitudinii respiratorii, mărimii tensiunii arteriale

Acestea sînt metode simple de apreciere a încordării funcției unor organe și sisteme importante ale organismului, solicitate în mecanismul de termoreglare. Pentru utilizarea lor în acest sens, se recomandă să se facă măsurători repetate, iar datele obținute să fie corelate cu senzația termică și prelucrată matematic pentru surprinderea salturilor cantitative (trecerea de la o valoare medie la alta); aceste salturi echivalează cu saltul de la zona de confort la cea de disconfort termic.

### 3.5. Timpul de latență la diferiți excitanți

Deși mai puțin studiată, acțiunea ambianței termice asupra sistemului nervos este foarte importantă: în special la cald, scade capacitatea de coordonare, de concentrare, randamentul activității intelectuale.



În acest sens, se pot face investigații prin elaborarea unor *reflexe condiționate motorii față de sunet și lumină și modificarea lor în condiții care indică acțiunea unei ambiante calde*. În mod analog, se mai poate folosi *metoda determinării perioadei de latență în răspunsul la excitația termică de contact*.

Timpul de latență pentru răspunsul la acești excitanți este optim în zona de confort, iar în cea de disconfort termic se produc prelungiri sau răspunsuri paradoxale (la excitanții slabi reacția apare mai rapid decât la cei puternici și invers).

Gama metodelor fiziologice obiective de investigare a confortului și disconfortului termic este mai largă, dar nu mai insistăm asupra lor, deoarece considerăm că din cele spuse reies suficiente argumente pentru a convinge că printr-o multitudine de parametri ai funcțiilor de bază a organismului se poate constata starea termică optimă sau încordată (uneori chiar deficitară) a complexului organism uman.

### 3.6. Senzația termică

Alături de indicatorii obiectivi expuși, *senzația termică*, deși un criteriu subiectiv al relației organismului cu mediul termic, este frecvent folosită în scopul aprecierii încordării funcției de termoreglare sau confortului termic. Inițial senzația termică s-a utilizat pe 5 trepte: rece neconfortabil, rece confortabil, confortabil, cald confortabil. Acest mod a fost folosit în stabilirea unor scări echivalente de temperatură încă din anul 1923. În majoritatea investigațiilor, astăzi se *utilizează aprecierea senzației termice pe 7 trepte: foarte cald, cald mijlociu, cald puțin, neutru (nici frig, nici cald, răcoare, frig, foarte frig*. Desigur, investigarea cât mai detaliată este foarte

bună, dar numai când subiecții pot să facă astfel de diferențieri. Pentru persoane care nu au o sensibilitate termică deosebită, este suficient să utilizăm aprecieri mai globale ca, spre exemplu, cele de frig, neutru, cald.

În privința folosirii senzației termice ca indicator al încordării termoreglării sau al confortului termic, există explicații științifice bine fondate. Este un adevăr fiziologic cert stabilit că receptorii nervoși din piele transmit informații scoarței cerebrale despre starea termică a mediului. La nivelul scoarței se percepe senzația termică de rece, bine, sau cald, în funcție de caracteristicile termice ale mediului. Senzația termică este însă influențată mai mult de cantitatea de căldură dispersată și de ritmul în care se produce dispersia decât în modalitățile prin care se elimină căldură. Din această cauză, în anumite situații, senzația termică a omului își pierde oarecum importanța. Astfel, dacă sîntem într-un mediu cu temperatură relativ ridicată, dar cu aerul foarte uscat, pierderea de căldură se va face relativ ușor (prin sporirea evaporării transpirației) fără să ne dăm prea bine seama de deviația de la confort. În astfel de situații, alți indicatori subiectivi, ca spre exemplu *perceperea neplăcută a uscării aerului prin desicarea mucoaselor nasului*, completează gama de indicatori subiectivi ai disconfortului.

În general, senzația termică rămîne însă un indicator foarte simplu și convenabil pentru aprecierea ambianței termice concordînd de regulă cu indicatorii fiziologici obiectivi.

#### 4. COMPLEXUL ACTIV MICROCLIMATIC CA FACTOR CE ACȚIONEAZĂ ASUPRA ECHILIBRULUI TERMIC AL ORGANISMULUI

Starea climatică a unui spațiu limitat, diferențiată de a climei din jur, este numită *microclimat*. Putem vorbi de microclimat în situații foarte diferite. Spre exemplu, sub-vestimentar se creează un microclimat deosebit de cel al încăperii, în imobile deosebit de cel din orașe, în orașe deosebit de cel al regiunii etc.

Într-un sens larg, *complexul activ microclimatic* cuprinde factorii care acționează asupra termoreglării: temperatura aerului, umiditatea sa, radiațiile calorice, curenții de aer, precum și alți factori atmosferici ca electricitatea și ionizarea aerului. În vorbirea curentă însă, prin *microclimat* se desemnează numai categoria de factori care condiționează schimbul termic al organismului cu mediul.

Noțiunea de microclimat a fost conturată în jurul anilor 1930 în Germania, de către Geiger; faptul că ambianța termică are caractere aparte în spațiile închise sau în anumite microzone geografice este desigur una dintre cele mai vechi observații ale omului, consemnată de altfel în decursul veacurilor în diferite ocazii. Astfel, clima orașelor a fost descrisă mai blândă decât a zonelor înconjurătoare,



Foto. 1. — Zona de locuit include un microclimat specific în interiorul și exteriorul clădirilor.



temperatura aerului fiind ridicată în cursul iernii datorită radiațiilor de la clădirile încălzite, vînturilor temperate prin obstacolele create de edificii, zonelor verzi etc.

Studiul științific al microclimatului și al exprimării lui într-un indicator a început însă cu mult mai tîrziu. Se știe că în 1884 Flavițki a dovedit că senzația termică pe care organismul o percepe într-un spațiu nu este urmarea numai a temperaturii aerului ci mai ales a combinării unui întreg complex de factori care de fapt constituie ceea ce s-a definit ulterior ca microclimat. Deci senzația termică percepută de către organism este rezultatul acțiunii concomitente a temperaturii aerului, radiațiilor calorice, vitezei de mișcare a aerului și a conținutului de vapori de apă din aer. Concret, aceasta înseamnă că temperatura aerului izolată nu spune totul despre faptul dacă o ambianță este plăcută sau nu din punct de vedere termic. Spre exemplu, *la 18°C temperatură aer, dacă umiditatea este medie și lipsesc curenții de aer, poate fi o senzație plăcută, respectiv confortabilă termic ; dacă însă la aceeași temperatură se adaugă o umiditate crescută și mișcarea intensă a aerului, se va simți frig.* Alt exemplu: *un aer de 24°C, stagnant și cu umiditate crescută, este înăbușitor, prea cald ; dacă același aer este uscat și pus în mișcare, devine acceptabil.* Și mai interesant este faptul că din combinarea unor valori diferite ale factorilor de microclimat, rezultă absolut aceeași senzație termică. Acest principiu asupra căruia se va reveni în paginile următoare a stat la baza scărilor de temperaturi echivalente, stabilite pentru prima dată între 1923—1925, în SUA, de către inginerii americani de la Societatea de Încălzit și Ventilație din Pittsburgh. În practică, începînd de la data cercetărilor respective s-a promovat, pînă în zilele de azi, concepția integralistă a complexului factorilor de mediu în relație concomitentă și reciprocă cu organismul uman. În acest sens, apare ca ideal a aprecia microclimatul printr-un singur indicator care să sintetizeze în el toți factorii ambian-

ței termice : temperatură, umiditate, radiații, curenți de aer. Deși astfel de metode au fost gîndite și elaborate, nu s-a ajuns la o perfecționare a lor ; pînă în prezent, nici în investigațiile științifice și nici în cele obișnuite ale omului de zi cu zi, nu s-a renunțat la măsurarea izolată a unuia sau a mai multora dintre factorii de microclimat.

De aceea, în cele ce urmează se va prezenta modul de apreciere al microclimatului atît prin factorii săi izolați cît și prin diferite combinații a acestor factori, prin așa-zisele *scări de comparație și echivalență termică.*

Cum discuția sau reflecția oamenilor despre ambianța termică sau mai precis asupra atributelor ei de caldă, plăcută sau friguroasă este una dintre cele mai frecvente, orice amănunt care ar explica măsurarea ei mai exactă și mai științifică credem că este interesant.

#### 4.1. Determinarea și interpretarea fiecărui factor de microclimat

Chiar dacă factorii de microclimat acționează în interdependență, determinarea separată a fiecăruia dintre ei este necesară deoarece variația lor, în cadrul complexului microclimatic, are totuși niște limite permisibile pentru confort și sănătate.

De fapt, fiecare factor de microclimat a fost studiat amplu și normat în vederea asigurării unui schimb optim de căldură între organism și mediu. Acest schimb optim înseamnă posibilitatea organismului de a dispersa în mediul ambiant căldura produsă din procesele metabolice, fără încordarea sistemului de termoreglare, ceea ce subiectiv se traduce prin senzația de *neutralitate termică* (nici frig, nici cald).

#### 4.1.1. Temperatura aerului

Factorul de microclimat cel mai frecvent investigat îl constituie *temperatura aerului*. Fiecare din noi avem în încăperea locuinței, sau în cea de lucru, un termometru. Cel mai frecvent acesta este un termometru obișnuit, cu alcool sau mercur (fig. 16). Principiul lui de funcționare este simplu: sub influența temperaturii mediului, lichidul din termometru se dilată (sau se contractă) iar pe o scară gradată de obicei în grade Celsius se notează acest efect, pe care noi îl citim direct, ca temperatură.

Dacă coloana de lichid a termometrului este de mercur, citirea se face la punctul cel mai înalt al meniscului (care este convex), iar dacă este de alcool la punctul cel mai decliv al meniscului (care este concav). Citirea se poate face corect numai dacă ochiul este la același nivel cu meniscul. Deci, termometrul va fi așezat la un nivel convenabil, după înălțimea celui care îl citește.

Pe lângă termometrul obișnuit de cameră la care citim temperatura la un moment dat, mai există tipuri speciale de termometre cu mercur sau alcool, care indică spre exemplu, temperatura maximă sau minimă dintr-un interval de timp.

Foarte ușor se obține un *termometru de maximă sau minimă* dacă la fabricarea lui se introduce în tijă un cursor metalic care este deplasat de coloana de lichid care își schimbă volumul în raport cu temperatura mediului. Cursorul rămâne la nivelul maxim sau minim atins de coloana de lichid și astfel se află care a fost temperatura maximă sau minimă într-un interval de timp. În tijă termo-

\* Exprimarea temperaturii se mai poate face în grade Fahrenheit sau Réaumur;  $5^{\circ}\text{C} = 9^{\circ}\text{F} = 4^{\circ}\text{R}$ .

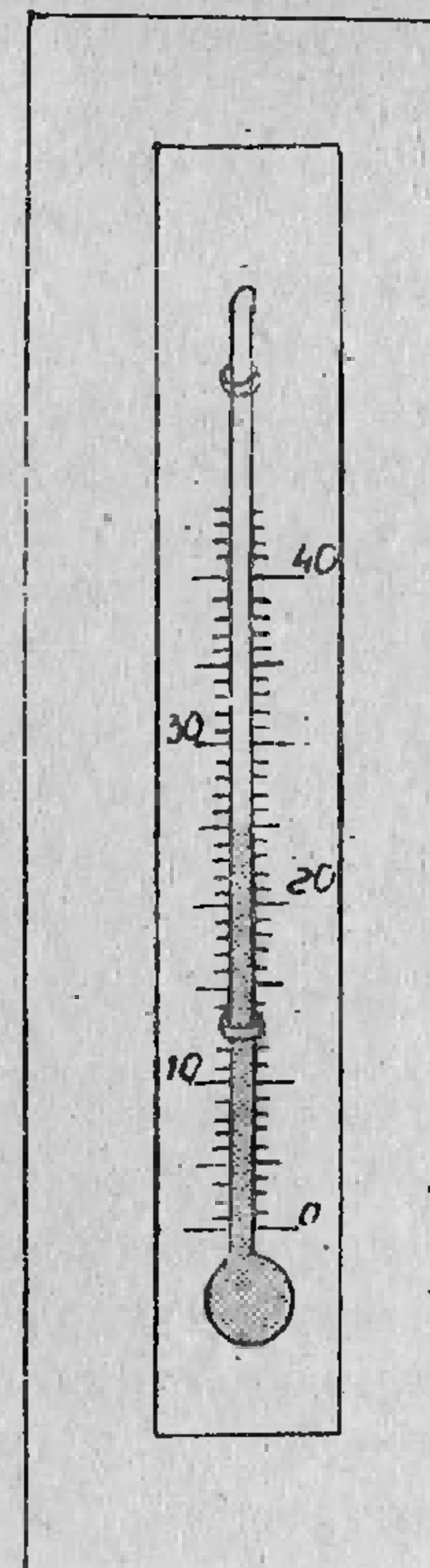


Fig. 16. — Termometru obișnuit de cameră.

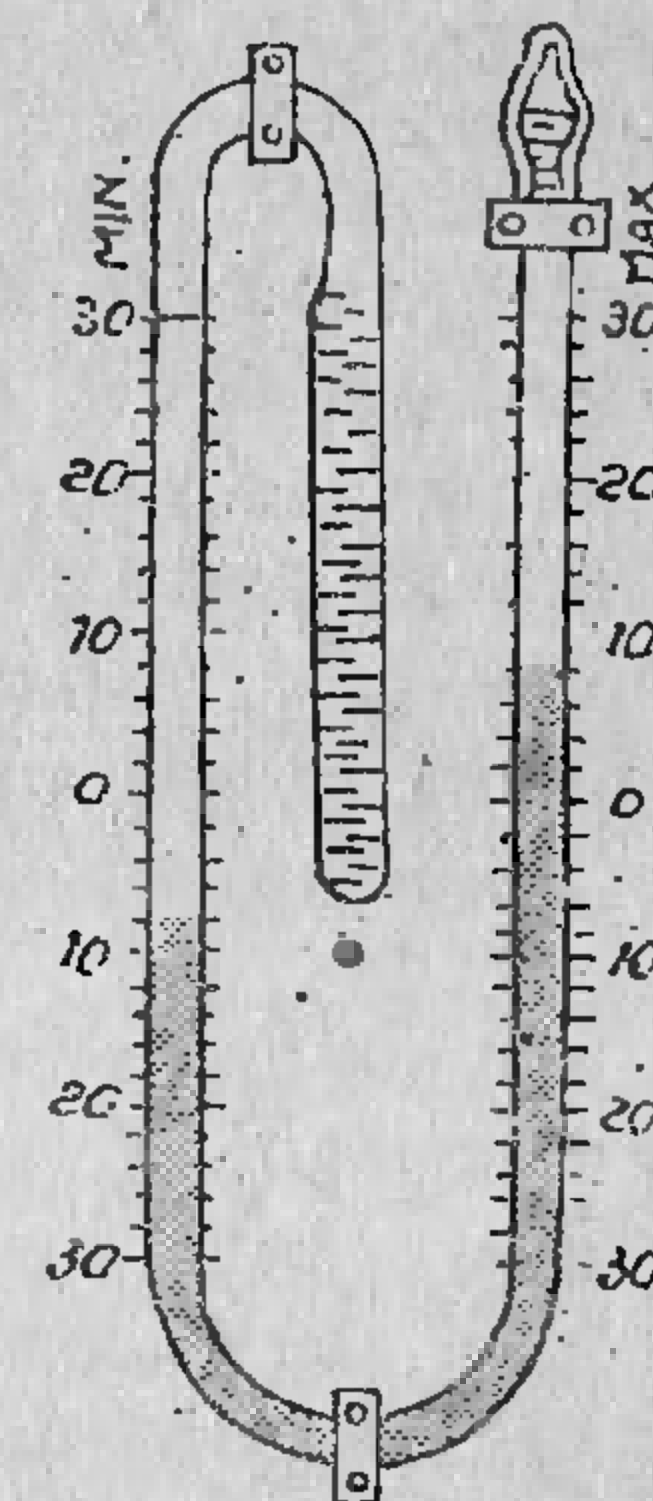


Fig. 17. — Termometru care înfățișează temperatura maximă și minimă a aerului dintr-un interval de timp.

metrului de minimă se pune de obicei alcool deoarece alcoolul îngheață la  $-70^{\circ}\text{C}$ , iar mercurul îngheață la  $-35^{\circ}\text{C}$ . Termometrul de maximă este însă cel mai frecvent un termometru cu mercur.



În figura 17 se înfățișează un termometru mixt, de *maximă și minimă* (termometrul Six) care conține și mercur și alcool. El are aproximativ forma literei U, conținând la mijloc mercur iar în ramuri alcool. În fiecare ramură deasupra mercurului există câte un cursor metallic.

Creșterea temperaturii produce dilatarea alcoolului din ramura stângă, care împinge mercurul și ridică în sus cursorul din ramura dreaptă. Acesta va rămâne fixat la cel mai înalt nivel atins de coloana de alcool, indicând cea mai ridicată temperatură dintr-un interval oarecare, spre exemplu de 24 de ore sau de o săptămână.

Concomitent, cursorul din ramura opusă va indica cea mai scăzută temperatură a intervalului respectiv. La scăderea temperaturii, mercurul se retractă și antrenează cursorul din ramura stângă, care rămâne fixat la cel mai jos nivel atins de temperatura aerului în intervalul de timp considerat.

Pentru a anula indicarea temperaturii maxime și minime pe o perioadă la care termometrul Six a fost utilizat, cu un magnet se aduc cursorii de metal la nivelul extremităților coloanei de mercur. Această pregătire este necesară înaintea oricărei determinări. Aparatul se utilizează de către personalul cu o oarecare pregătire, în special pentru determinări ale oscilațiilor temperaturii aerului pe intervale de 24 de ore.

Termometrele bazate pe fenomenul de dilatație pot utiliza nu numai lichide ci și metale. Pe acest principiu se bazează *termografele*, aparate care permit o înscrisere continuă a temperaturii aerului pe un interval anume, de obicei de 24 de ore sau de o săptămână. Acest mod de măsurare a temperaturii aerului este foarte comod și complet. Pe o diagramă a aparatului se înfățișează toate valorile de temperatură a aerului atinse în intervalul respectiv.

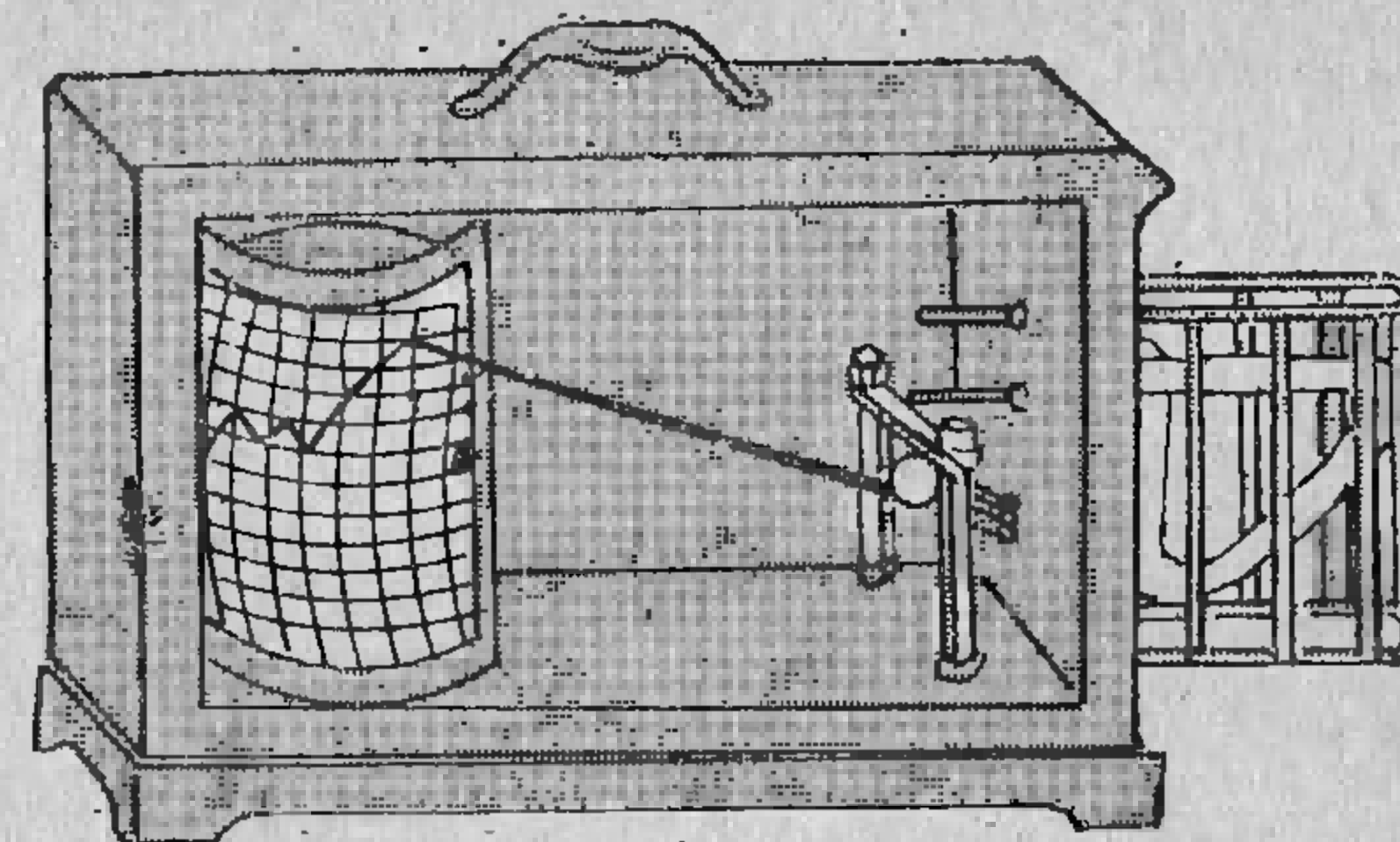


Fig. 18. — Termograf cu înregistrare continuă.

Aparatul, ilustrat în figura 18, este întâlnit în situații foarte frecvente în laboratoare, industrii, stații meteorologice etc.

Nucleul de la care pornește măsurarea temperaturii aerului în cazul termografului, este o placă bimetalică, în care cele două benzi de metal (sudate) trebuie să aibă coeficienți de dilatare la căldură cât mai diferiți. Spre exemplu, o bandă poate fi formată din cupru și cealaltă din fier. În totalitate, placa are o formă curbă. La ridicarea temperaturii aerului, curbura benzii se accentuează, placa îndoindu-se spre metalul cu coeficient de dilatare mai mic. La scăderea temperaturii aerului, placa se scurtează și curbura sa se reduce prin retractarea metalului. Unul din capetele plăcii bimetalice este fixat, așa că variațiile arătate mai sus, se manifestă numai la capătul liber; aceste mișcări amplificate sînt transmise printr-un sistem de pîrghii la o peniță înregistratoare; aceasta le înscrie pe diagrama unui cilindru rotator care face o tură completă în 24 ore sau în 7 zile, după cum este vorba de un termograf zilnic sau săptămînal.

Pentru a reda corect temperatura aerului, atât termograful cât și termometrele obișnuite trebuie amplasate într-un loc ferit de radiații, spre exemplu departe de sobă, de un panou radiant, de ferestre etc.

La măsurarea temperaturii aerului se mai pot utiliza și alte principii decât cel al dilatației sau contracției lichidelor sau metalelor, în raport cu creșterea sau scăderea temperaturii mediului. Spre exemplu, actualmente există *termometre cu termistori* care redau temperatura aerului mult mai rapid decât termometrele clasice sus-menționate; acestea din urmă au la bază proprietățile semiconductoarelor, respectiv faptul că rezistența lor electrică scade sau crește în raport invers cu temperatura mediului.

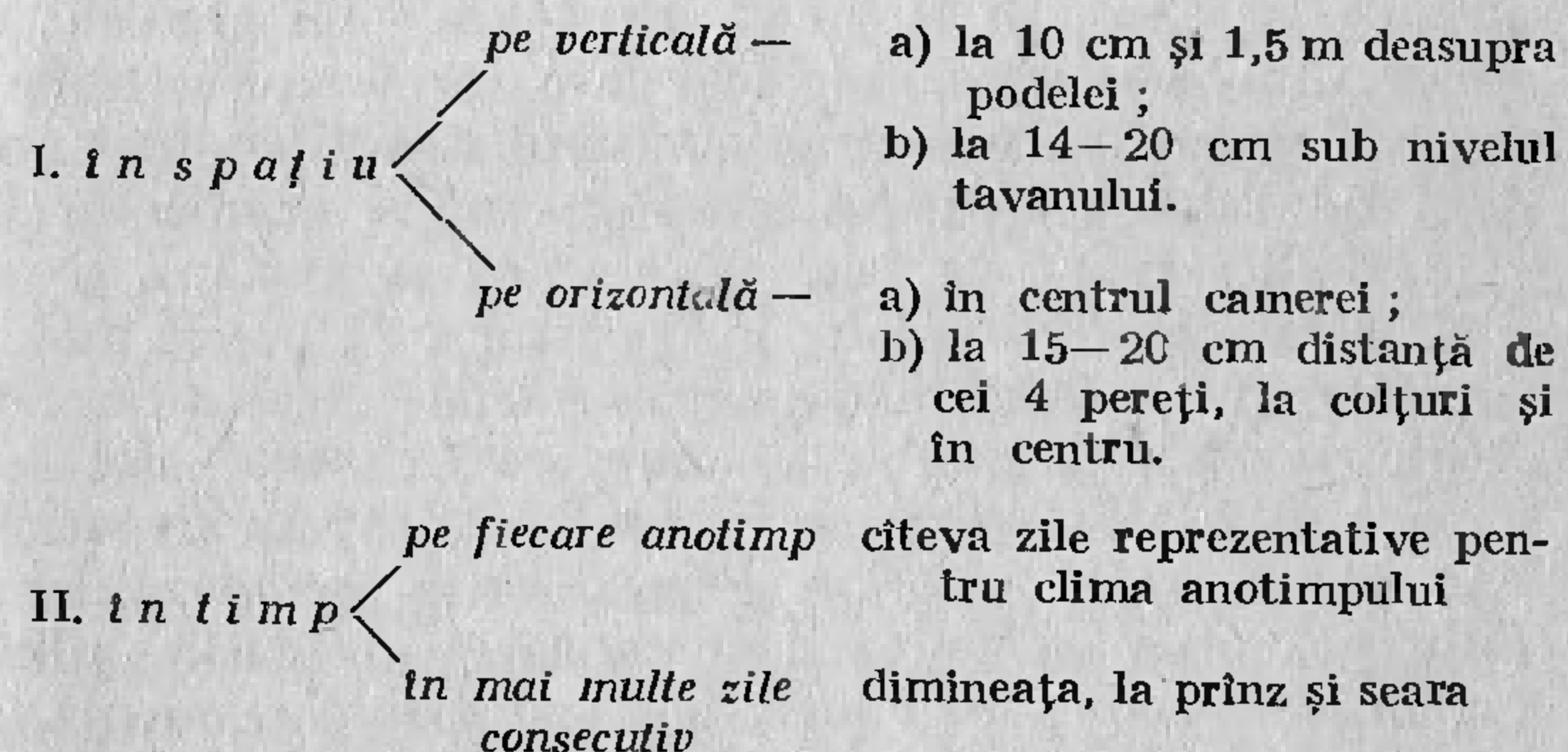
Indiferent de metoda utilizată, *măsurarea temperaturii aerului rămâne o etapă de bază obligatorie în aprecierea microclimatului, deoarece acest factor influențează cel mai puternic pierderea de căldură a organismului și senzația termică în condiții obișnuite de viață.*

Temperatura aerului influențează termoreglarea în mod direct condiționând în bună parte schimbul de căldură dintre corp și mediu în funcție de valoarea sa, cât și indirect, prin modificarea importanței celorlalți factori microclimatici în acest schimb. Spre exemplu, viteza curenților de aer sau umiditatea aerului intervin pozitiv sau negativ în schimbul de căldură al organismului cu mediul în funcție și de temperatura aerului.

Cunoașterea exactă a temperaturii aerului se impune ca factor de bază al ambianței termice atât în spații construite ca locuințe, locuri de muncă, spitale, instituții publice etc., cât și în exterior, pe străzi, în parcurile orașelor ș.a.m.d.

În general, aceste determinări sînt efectuate de către specialiști în climatologie, igienă, inginerie sanitară, ținînd seama de caracteristicile spațiului și ale succesiunii schimbărilor termice în timpul zilei, al anotimpurilor, al anilor.

Spre exemplu, pentru o cameră de locuință, pentru a cunoaște corect temperatura aerului sînt necesare următoarele determinări în spațiu și timp:



Pentru a afla temperatura camerei din toate valorile înregistrate în spațiul ei, se fac medii care se interpretează în timp, în sensul oscilațiilor în decursul zilei, de la o zi la alta, de la sezon la sezon.

În încăperile de locuit, cu curenți de aer reduși (sub 0,25 m/s), cu temperatura pereților apropiată de cea a aerului, pentru persoanele în repaus sau care depun o activitate ușoară și poartă o îmbrăcăminte de grosime medie, *temperatura optimă care asigură constanța temperaturii corpului, fără eforturile sistemului de termoreglare, este în jur de 18—20°C.*

Această temperatură ce corespunde, pentru majoritatea oamenilor, confortului termic, adică senzației de neutru din punct de vedere termic, nu trebuie să aibă un caracter absolut constant. Totuși, pentru ca un microclimat să fie confortabil nu trebuie ca temperatura aerului dintr-o încăpere obișnuită să prezinte variații mari în spațiu sau de



la o zi la alta. Pe orizontală, între diferite puncte ale încăperii, diferențele de temperatură sînt bune cînd ating  $2-3^{\circ}\text{C}$ , dar nu mai mult. Pe verticală diferențele permise sînt mai mici. Astfel, între temperatura determinată la 10 cm și la 1,5 m de la podea, depășirea unui gradient de  $1,5-2^{\circ}\text{C}$  este resimțită neplăcut la o temperatură medie a camerei, altcumva confortabilă. Aerul rece fiind mai greu decît cel cald se așază în zona plantei și gambei picio-rului dînd senzația de frig. Între valoarea maximă și mi-nimă a temperaturii aerului în decursul a 24 ore se admite o diferență ceva mai mare, respectiv de 4, cel mult  $5^{\circ}\text{C}$ . Aceste oscilații se produc cu oarecare frecvență, deoarece ambianța termică a oricărei încăperi este supusă și variați-ilor climatice din exterior. Prin diferite metode valabile după sezon, ca încălzirea și etanșizarea încăperii, utiliza-rea în construcție a unor materiale termoizolante, oscilațiile termice ale microclimatului clădirilor destinate condițiilor obișnuite de viață se încadrează în limitele permisibile de maximum  $4-5^{\circ}\text{C}$  în 24 ore.

Un microclimat în care temperatura aerului ar fi mai constantă, respectiv fără variațiile amintite, ar lua carac-terul de așa-zis „microclimat de seră” care nu numai că subiectiv are un caracter apăsător, înăbușitor, dar treptat produce efecte negative importante asupra rezistenței orga-nismului: poate duce la îmbolnăviri și la dezadaptarea pentru alte condiții climatice. *Oscilațiile de cîteva grade ale temperaturii aerului sînt necesare ca stimuli permanenți ai întreținerii tonusului funcției de termoreglare.* Fără acești stimulenți, funcția de termoreglare este deprimată și trep-tat eficiența sa scade încît adaptarea la condițiile clima-tice normale devine deficitară.

Cine trăiește într-un microclimat artificializat la maxi-mum, cu temperaturi foarte constante, va face cu greu față la schimbările de vreme, avînd permanent senzația dezagreabilă de disconfort termic. În plus, la orice expu-

nere la o temperatură mai scăzută, va contracta ușor îm-bolnăviri de tip „a frigore”, deoarece organismul său nu-și mai poate regla bine pierderea de căldură și va elimina — brutal și în exces — căldura proprie.

Așadar, temperatura aerului se încadrează în anumite *norme sanitare* care prevăd nu numai valoarea sa optimă, dar și faptul că stabilitatea ei în cadrul unor spații con-struite trebuie să fie relativă și nu absolută.

#### 4.1.2. Umiditatea aerului

Un alt factor de microclimat, important în aprecierea complexă a ambianței termice, la care ne referim în vor-birea curentă, aproape tot atît de des ca și la tempera-tura aerului, este *umiditatea*. Cînd vrem să facem o apre-ciere mai completă a ambianței termice spunem că este rece și umed sau cald și umed, că aerul este prea cald și uscat etc.

Din punct de vedere științific, umiditatea atmosferei se poate exprima în 3 moduri: absolută, maximă și rela-tivă.

*Umiditatea absolută* reprezintă cantitatea de vapori de apă prezentă efectiv în aer. Ea se exprimă cel mai simplu în grame apă la metru cub de aer; se mai poate exprima însă și prin tensiunea vaporilor din volumul de aer res-pectiv, ca atare utilizîndu-se ca unitate de măsură, mili-metrii coloană de mercur sau milibarii.

*Umiditatea maximă* se referă la cantitatea cea mai mare de vapori de apă care se poate găsi într-un volum determinat de aer, la o anumită temperatură. Deci umidi-tatea maximă presupune saturarea cu vapori de apă a

aerului. Pentru aceeași temperatură, aerul se saturează întotdeauna cu aceeași cantitate de vapori de apă. Dar dacă crește temperatura aerului, crește și puterea sa de saturare și ca atare va înmagazina o cantitate mai mare de vapori de apă. Acest aspect este important pentru termoreglarea prin evaporare. Evaporarea transpirației nu ar mai fi posibilă dacă se atinge umiditatea maximă la temperatura la care organismul se găsește, spre exemplu la 29° C; dar dacă temperatura aerului crește peste această temperatură, crește și puterea sa de înmagazinare a vaporilor de apă și fenomenul de evaporare a transpirației — ca mecanism foarte eficient de eliminare a căldurii — reîntră în funcție.

Umiditatea maximă se exprimă în aceleași unități ca și cea absolută, adică în grame apă la metru cub de aer, sau în milimetri coloană Hg.

În tabelul nr. II se redă umiditatea maximă atât în g/m<sup>3</sup> cât și în mmHg pentru diferite temperaturi ale aerului exprimate în grade Celsius.

Pentru aprecierea intervenției complexe a microclimatului în termoreglare, nu se utilizează, de obicei, izolat, cele două noțiuni: umiditatea absolută și umiditatea maximă; aceasta pentru faptul că umiditatea absolută nu spune prea mult dacă nu știm câți vapori de apă (față de cei conținuți), mai poate primi atmosfera până la saturație; iar umiditatea maximă nu este decât excepțional întâlnită.

Mai frecvent se utilizează noțiunea de *umiditate relativă* care este o noțiune calculată, respectiv un raport procentual între cantitatea de vapori de apă pe care o conține un volum de aer și cantitatea de vapori de apă care ar satura același volum de aer. Umiditatea ma-

Tabelul nr. II

Umiditățile maxime pentru diferite temperaturi ale aerului

Temperatura aerului, în grade Celsius	Presiunea parțială mm Hg	Vapori de apă g/m <sup>3</sup>
10	9,165	9,372
11	9,792	9,976
12	10,457	10,617
13	11,162	11,284
14	11,908	12,018
15	12,699	12,763
16	13,536	13,552
17	14,421	14,391
18	15,357	15,329
19	16,364	16,303
20	17,391	17,164
21	18,495	18,204
22	19,659	19,286
23	20,888	20,456
24	22,184	21,604
25	23,550	22,867
26	24,988	24,190
27	26,505	25,582
28	28,101	27,004
29	29,782	28,529
30	31,585	30,139

ximă, în scopul stabilirii umidității relative, se calculează la aceeași temperatură la care se determină umiditatea absolută.

Spre exemplu, într-o cameră cu temperatura aerului de 20° C, determinăm gravimetric umiditatea absolută (făcând diferența de greutate a unei substanțe higroscopice în care s-au reținut vaporii de apă dintr-un volum de aer de 1 m<sup>3</sup>); apoi în tabelul nr. II găsim umiditatea maximă ce corespunde temperaturii de 20° C.





Spre exemplu, în cazul că temperatura uscată este de  $21^{\circ}\text{C}$  iar cea umedă de  $13^{\circ}\text{C}$ , conform tabelelor, umiditatea relativă este de 39%.

Pentru determinarea umidității aerului se mai pot folosi și alte aparate ca *higrometrul* sau *higrograful* (care înregistrează umiditatea aerului pe o diagramă zilnică sau săptămânală). Acestea se bazează pe proprietatea higroscopică a unor fire de păr sau a unor fibre sintetice care, în urma absorbției vaporilor de apă din aer, își măresc lungimea în raport direct cu umiditatea. Modificarea lungimii fibrelor este transmisă la un ac indicator (sau la o peniță înregistratoare în cazul higrografului) care indică pe un cadran (sau pe o diagramă) umiditatea relativă.

*Umiditatea aerului este normată din punct de vedere sanitar la valori între 35 și 65%.* Întrucât ea acționează asupra termoreglării în funcție de temperatura aerului în limitele amintite, este de dorit să varieze în sens invers temperaturii aerului. Spre exemplu, pentru a se ușura termoreglarea, creșterea temperaturii aerului poate fi compensată prin scăderea umidității sale. Natural, această scădere nu trebuie să fie prea accentuată, deoarece are alte dezavantaje, ca uscarea mucoaselor căilor respiratorii. Scăderea temperaturii aerului nu poate fi însoțită de creșterea prea accentuată a umidității aerului (peste 65%) deoarece umiditatea mărește conductibilitatea termică a aerului și pierderea de căldură se face brutal, cu senzație de frig.

Umiditatea relativă în microclimatul clădirilor cu încălzire centrală scade sau crește față de limitele igienice, în raport cu numărul persoanelor din încăpere. Într-o încăpere, dacă sunt mai multe persoane, paralel cu creșterea temperaturii aerului va crește și umiditatea absolută, ca urmare a vaporilor rezultați din respirația și transpirația organismului. În acest caz, creșterea umidității absolute se face paralel cu creșterea umidității relative, ajungând să

se confunde. Dar dacă în încăpere nu sunt persoane, iar temperatura aerului crește, cu toate că umiditatea absolută va rămâne constantă (deoarece nu are de unde să se formeze vaporii de apă), umiditatea relativă va scădea, pentru că umiditatea maximă crește mereu pe măsura intensificării încălzirii camerei, de la radiator. Cum umiditatea relativă reprezintă raportul dintre umiditatea absolută și cea maximă, creșterea numai a celei maxime face ca raportul dintre ele să fie din ce în ce mai scăzut.

Paralelismul dintre umiditatea absolută și cea maximă nu este păstrat, în special în cazul microclimatului orașesc. Astfel, vara în cele mai călduroase zile, avem umiditatea absolută cea mai mare, dar umiditatea relativă are valoarea cea mai mică. Aceasta, datorită faptului că suprafața solului în orașe este în foarte mare parte acoperită cu pavaje și construcții și apa nu are de pe ce să se evapore. În zilele calde, evaporarea posibilă este maximă — de pe micile suprafețe neconstruite, cele de apă, sau de pe spațiile verzi orașenești; ea este însă incomparabil mai mică decât umiditatea maximă, care crește teoretic vertiginos o dată cu ridicarea temperaturii aerului. Ca atare, umiditatea relativă va fi minimă.

Cu totul alta este situația în păduri sau în parcuri, unde posibilitățile de ridicare a temperaturii aerului sunt limitate, datorită absorbției radiației calorice de către plante, iar procesul de evaporare a apei din frunze este foarte intens. Aici raportul între umiditatea absolută și relativă este bine păstrat. În aceleași condiții de temperatură, vara, în orașele mari, umiditatea relativă este mult mai scăzută decât în zonele din împrejurimile orașului.

Iarna, spre deosebire de vară, în zilele în care umiditatea absolută are valoarea cea mai mică, umiditatea relativă are valoarea cea mai mare. Aceasta deoarece scăderea temperaturii limitează evaporarea, însă scade foarte mult



și umiditatea maximă, ceea ce face să crească efectiv umiditatea relativă.

În practică, pentru a exprima diferența între umiditatea maximă la temperatura dată și umiditatea absolută, se folosește termenul de *deficit de saturație*. Cu cât acest deficit este mai mare cu atât aerul poate primi mai mulți vapori de apă și ajută termoreglarea.

Cea mai frecventă formă de exprimare a umidității aerului rămîne însă umiditatea relativă, adică modalitatea care redă umiditatea în procente, motiv pentru care s-a explicat amănunțit de unde provin procentele respective și ce înseamnă această noțiune.

În viața de toate zilele, atât temperatura cât și umiditatea aerului sînt determinate ca factori ai ambianței și sub alte aspecte decît cele strict de confort termic. Astfel, pentru anumite procese tehnologice din industrie, experimente în laboratoare, conservarea unor alimente în depozite, păstrarea optimă a tablourilor în pinacoteci, sînt necesare condiții adecvate de temperatură și umiditate. Aseori în aceste unități se văd aparate de măsurare a temperaturii și umidității de tipul celor descrise.

În paragrafele precedente, enumerîndu-se factorii componenți ai microclimatului, s-a arătat însă că temperatura și umiditatea constituie numai 2 din cei 4 factori microclimatici. Deci o baterie de determinare a ambianței termice este completă numai atunci cînd conține aparatură și pentru investigarea curenților de aer și factorului de radiație. Desigur o astfel de aparatură există, dar spre deosebire de termometre și higrometre este mai rar utilizată și ca atare rar întîlnită; de aceea, în cele ce urmează, se vor face referiri la aceasta numai ca principiu sau schemă, pentru informarea strict orientativă a cititorului.

### 4.1.3. Curenții de aer

Curenții de aer interesează din punct de vedere microclimatic ca direcție și viteză.

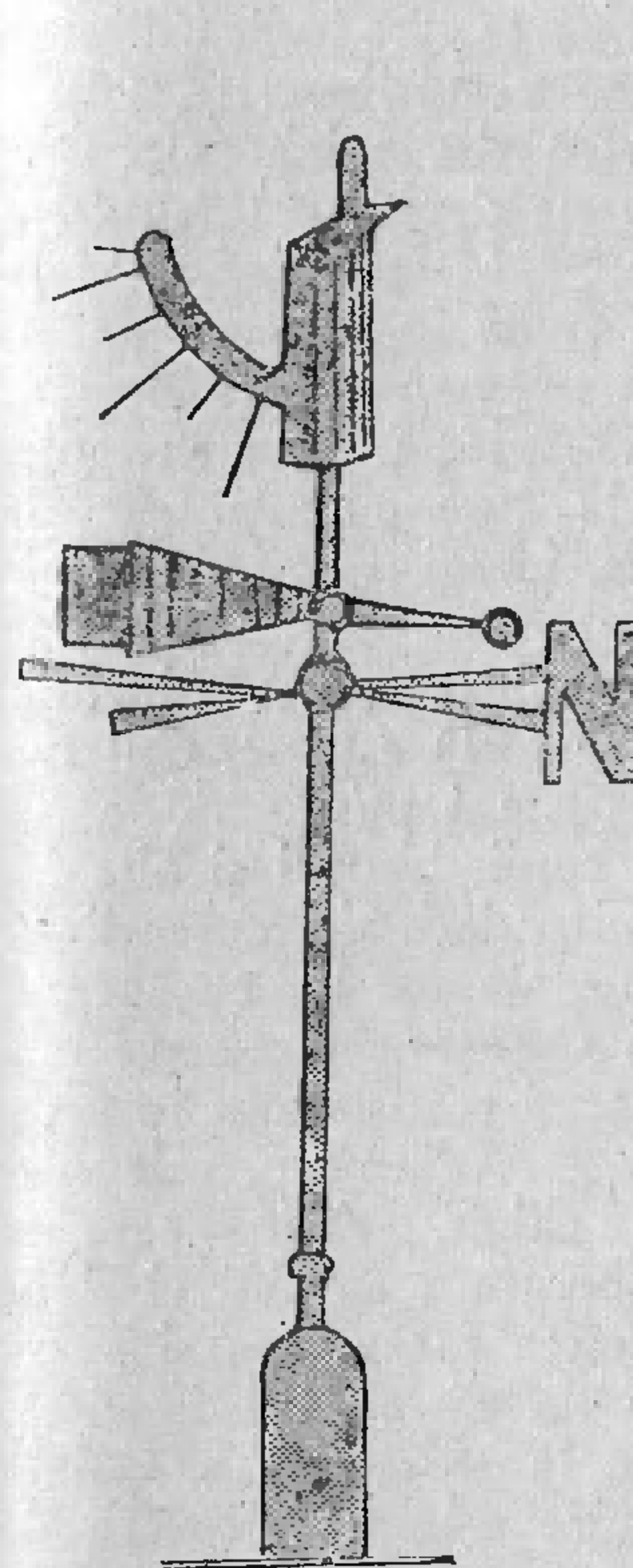


Fig. 20. — Giruetă pentru determinarea curenților de aer cu viteze mari.

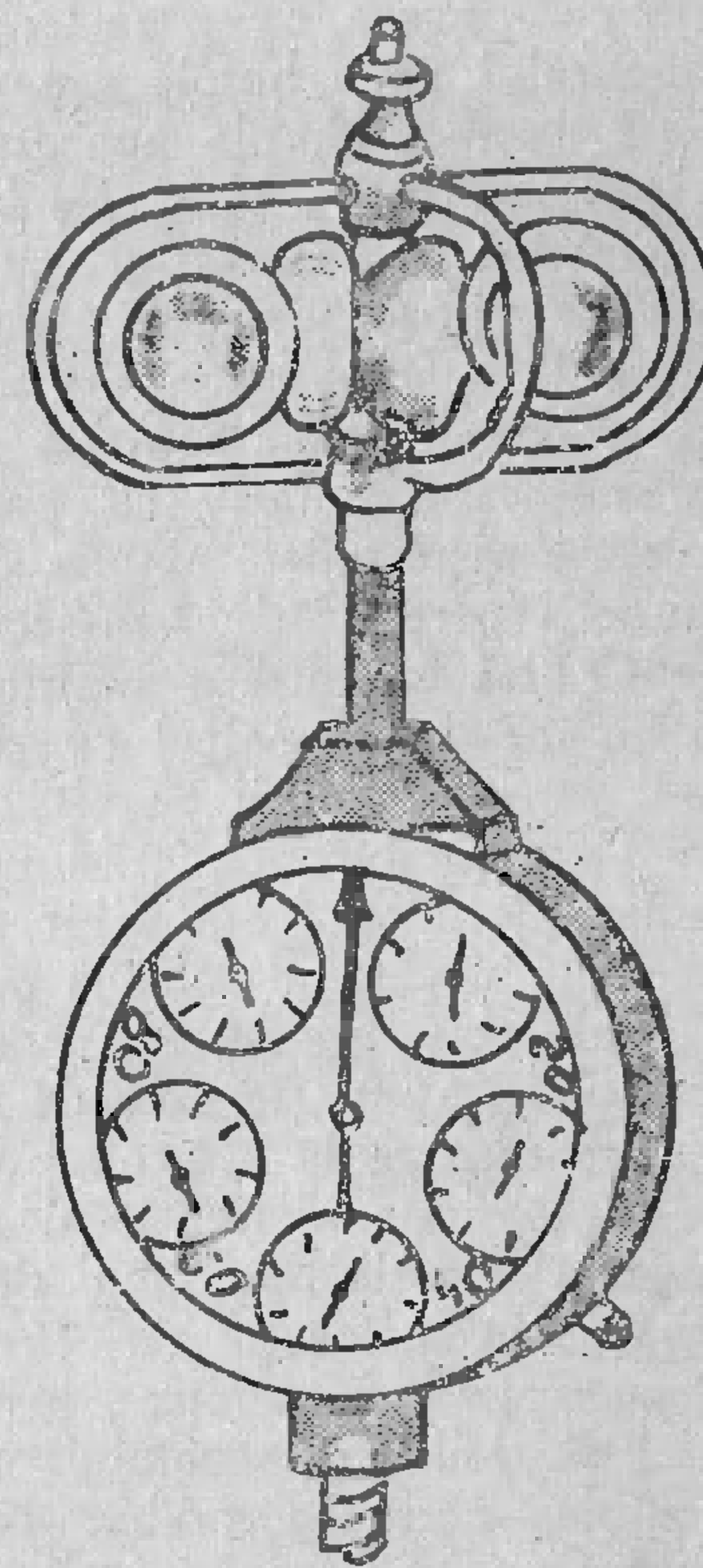


Fig. 21. — Anemometru cu cupe pentru determinarea curenților de aer cu viteze medii.

În interiorul unei camere, direcția curentului se poate identifica ușor, fiind suficient a aprinde o țigară și a urmări direcția de deplasare a fumului. În exterior, pe același principiu se utilizează *fumigatoare* speciale. Stațiile meteorologice dispun însă de o aparatură mecanică ceva mai complicată, ca spre exemplu *giruete* care indică direcția curentului pe o busolă sau pe roza vânturilor (fig. 20).

Cele mai simple aparate pentru determinarea vitezei curenților de aer sînt cele bazate pe deplasarea (devierea sau rotirea) unor corpuri cu greutate foarte mică, în funcție de viteza vîntului. Pentru a pune în mișcare partea sensibilă a acestor aparate numite *anemometre* curenții de aer trebuie să aibă totuși o oarecare viteză. Spre exemplu, anemometrul rotativ cu palete, la care curenții pun în mișcare niște palete extrem de fine, înregistrează de regulă curenții între 0,5 și 12 m/secundă.

O altă variantă a aparatelor bazate pe acest principiu, și anume anemometrul cu cupe (fig. 21) este sensibil numai pentru curenții cu viteze de peste 1 m/s.

Cum în locuințe, grădinițe de copii, birouri și alte încăperi destinate condițiilor obișnuite de trai, curenții de aer sînt în general sub 0,5 m/s determinarea lor cu anemometrele obișnuite nu este posibilă. Cum anemometrele mai sensibile sînt foarte greu de realizat și costisitoare, în acest caz se recurge la alte aparate ca, spre exemplu, cele care se bazează pe răcirea unui corp încălzit, răcire care se face în funcție nu numai de temperatura aerului ci și de viteza curenților de aer. Între acestea face parte și *katatermometrul*, instrument inventat de către Hill în deceniul al doilea al secolului nostru, în scopul de a estima complex acțiunea ambianței termice asupra pierderii de căldură a unui corp încălzit întocmai la temperatura corpului uman. Întrucît prezintă interes și din acest punct de vedere și este și aparatul cel mai frecvent utilizat de către specialiști prin determinarea curenților de aer din

încăperile de locuit, vom reține puțin atenția cu modul lui de funcționare și de utilizare la determinarea curenților de aer.

Katatermometrul (fig. 22) este un termometru cu alcool cu o tijă capilară divizată între 35 și 38°C (temperatura medie 36,5°C asemănătoare corpului uman).

Expus într-un mediu termic obișnuit, katatermometrul în prealabil încălzit la rezervorul inferior, se răcește treptat și alcoolul coboară de la 38 la 35°C. Pierderea de căldură în timpul coborîrii alcoolului între cele două diviziuni, exprimată în milicalorii/1 cm<sup>2</sup>, este o mărime constantă proprie fiecărui aparat, înscrisă pe el. Această mărime se notează simbolic cu F și reprezintă *katafactorul*. Spre deosebire de katafactor care este constant, timpul de coborîre al alcoolului de la 38 la 35°C variază în funcție de puterea de răcire a ambianței în care s-a expus aparatul. Acest timp se măsoară în secunde de către cel care face determinarea și se notează cu T. Făcînd raportul  $\frac{F}{T}$  se află

puterea de răcire a aerului care se notează simbolic cu H.H împărțit la temperatura medie a katatermometrului (36,5°C), minus temperatura aerului din momentul determinării, dă o valoare care, introdusă în tabelul nr. IV, ajută să se deducă cu mare precizie viteza curenților de aer.

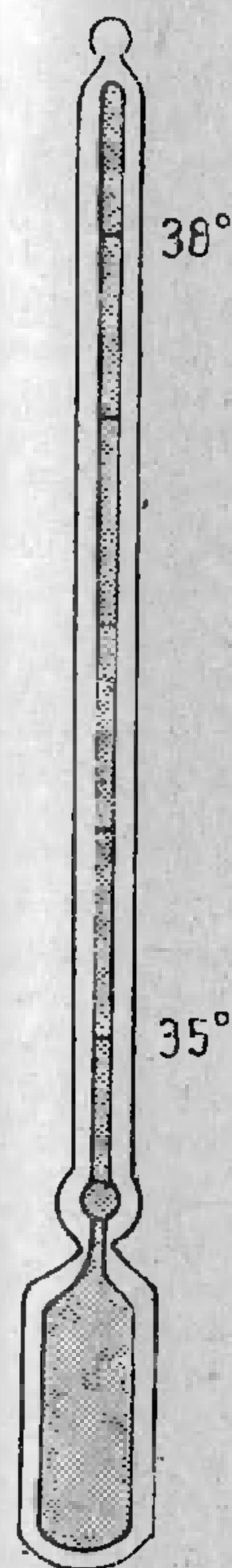


Fig. 22. — Katatermometru, aparat utilizat în scopul cunoașterii vitezei foarte mici a curenților de aer.



Tabelul nr. IV

Calcularea vitezei curenților de aer (viteza aerului mai mică de 1 m/sec.)

H	Viteza în m/sec. la temperaturi (în grade)							
Q	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.0	25.0	26.0
0,27	—	—	—	—	0,044	0,047	0,051	0,059
0,28	—	—	—	0,049	0,051	0,061	0,070	0,074
0,30	0,041	0,050	0,051	0,060	0,067	0,076	0,085	0,089
0,31	0,051	0,060	0,065	0,073	0,082	0,091	0,101	0,104
0,32	0,061	0,070	0,079	0,088	0,098	0,107	0,116	0,119
0,33	0,076	0,085	0,094	0,104	0,113	0,124	0,136	0,140
0,34	0,091	0,101	0,110	0,119	0,128	0,140	0,153	0,159
0,35	0,107	0,115	0,129	0,139	0,148	0,160	0,174	0,179
0,36	0,127	0,136	0,145	0,154	0,167	0,180	0,196	0,203
0,37	0,142	0,151	0,165	0,179	0,192	0,206	0,220	0,225
0,38	0,163	0,172	0,185	0,198	0,212	0,226	0,240	0,245
0,39	0,183	0,197	0,210	0,222	0,239	0,249	0,266	0,273
0,40	0,208	0,222	0,232	0,244	0,257	0,274	0,293	0,301
0,41	0,229	0,242	0,256	0,269	0,287	0,305	0,323	0,330
0,42	0,254	0,267	0,282	0,299	0,314	0,330	0,349	0,364
0,43	0,280	0,293	0,311	0,325	0,343	0,361	0,379	0,386
0,44	0,310	0,324	0,342	0,355	0,373	0,392	0,410	0,417
0,45	0,340	0,354	0,368	0,385	0,401	0,417	0,445	0,449
0,46	0,366	0,381	0,398	0,412	0,429	0,449	0,471	0,478
0,47	0,396	0,415	0,429	0,446	0,465	0,483	0,501	0,508
0,48	0,427	0,445	0,464	0,462	0,500	0,518	0,537	0,544
0,49	0,468	0,481	0,499	0,513	0,531	0,551	0,572	0,579
0,50	0,539	0,557	0,571	0,589	0,604	0,622	0,640	0,651
0,51	0,574	0,593	0,607	0,628	0,648	0,666	0,684	0,691
0,52	0,615	0,633	0,644	0,665	0,683	0,701	0,720	0,727
0,53	0,656	0,674	0,688	0,705	0,724	0,742	0,760	0,768
0,54	0,696	0,715	0,729	0,746	0,764	0,783	0,801	0,803
0,55	0,737	0,755	0,770	0,790	0,807	0,825	0,844	0,851
0,56	0,788	0,801	0,815	0,833	0,851	0,867	0,884	0,894
0,57	0,834	0,852	0,867	0,882	0,893	0,915	0,933	0,940
0,58	0,879	0,898	0,912	0,929	0,945	0,959	0,972	0,977
0,59	0,930	0,943	0,957	0,971	0,985	1,001	1,018	1,023
0,00	0,981	0,994	1,003	1,022	1,033	1,044	1,056	1,060

Katatermometrul permite determinarea curenților de viteze foarte mici, dar cu condiția ca temperatura aerului să nu depășească 32—33°C, deci în situații în care se încadrează în general microclimatul încăperilor obișnuite.

Ca norme sanitare, mișcarea aerului în încăperi nu trebuie să depășească 0,5 m/s, dar nici un aer complet imobil nu este de dorit. O mișcare optimă a aerului se situează între 0,15—0,25 m/s, deoarece la aceste viteze nu se percepe deplasarea și în schimb se favorizează dispersia de căldură prin convecție și evaporare de la organism spre mediu.

#### 4.1.4. Radiațiile calorice și temperatura suprafețelor

În aprecierea completă a microclimatului trebuie incluse și radiațiile calorice. Cel mai simplu pentru determinarea lor se utilizează *termocupluri pentru radiații*, aparate care au în schemă o sudură bimetalică: spre exemplu, dintre constantan și manganin (fig. 23). Un capăt al sudurii este montat la adăpost de radiații, iar celălalt este expus lor. Ca atare se naște un curent electric măsurabil

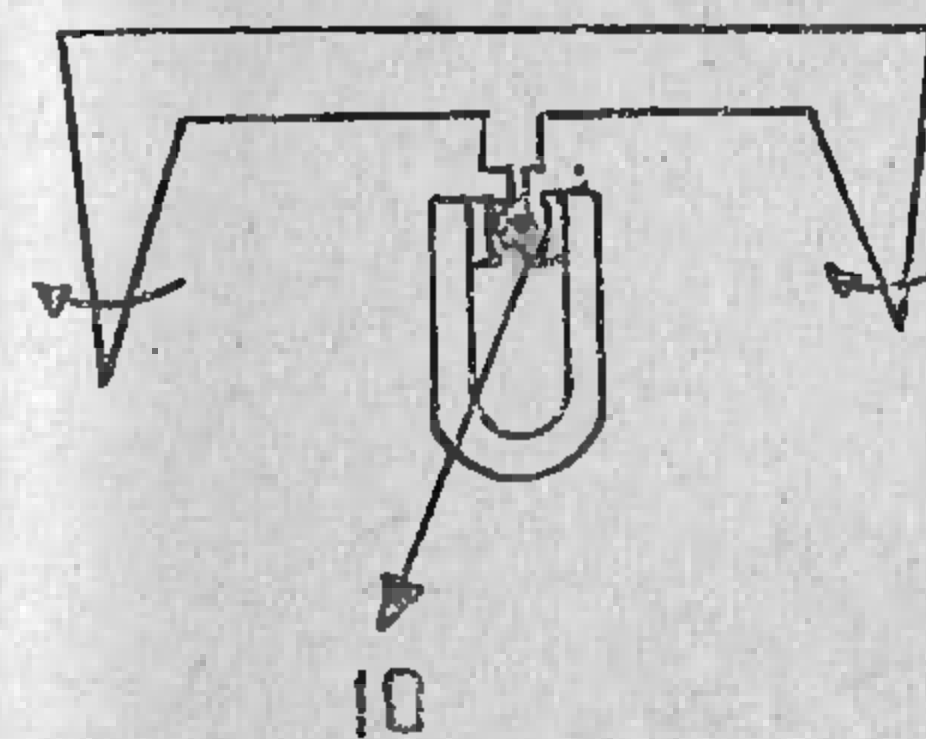


Fig. 23. — Schema unui termocuplu pentru măsurarea radiațiilor calorice în încăperi.

cu un galvanometru. Prin îmbogățirea schemei aparatului și etalonarea indicațiilor galvanometrului, se ajunge la traducerea pe o scală a radiațiilor direct în calorii/centimetru pătrat/minut.

Între intensitatea radiațiilor astfel exprimată și senzația de căldură asupra pielii stă relația expusă în tabelul nr. V.

**Relația dintre intensitatea radiației asupra pielii omului și senzația de căldură**

Intensitatea radiației cal./minut/cm <sup>2</sup> piele	Caracteristica senzației
0,4—0,8	slabă, poate fi suportată un timp nelimitat
0,8—1,5	moderată, poate fi suportată 3—5 minute
1,5—2,3	medie, se suportă 40—60 secunde
2,3—3,0	însemnată, se suportă 20—30 secunde
3,0—4,0	mare, se suportă 12—20 secunde
4,0—5,0	intensă, se suportă 8—10 secunde
peste 5	foarte intensă, se suportă 2—5 secunde

Determinarea intensității radiației calorice se mai face și cu aparate bazate pe alte principii, ca spre exemplu pe cel al transformării energiei radiante în energie calorică

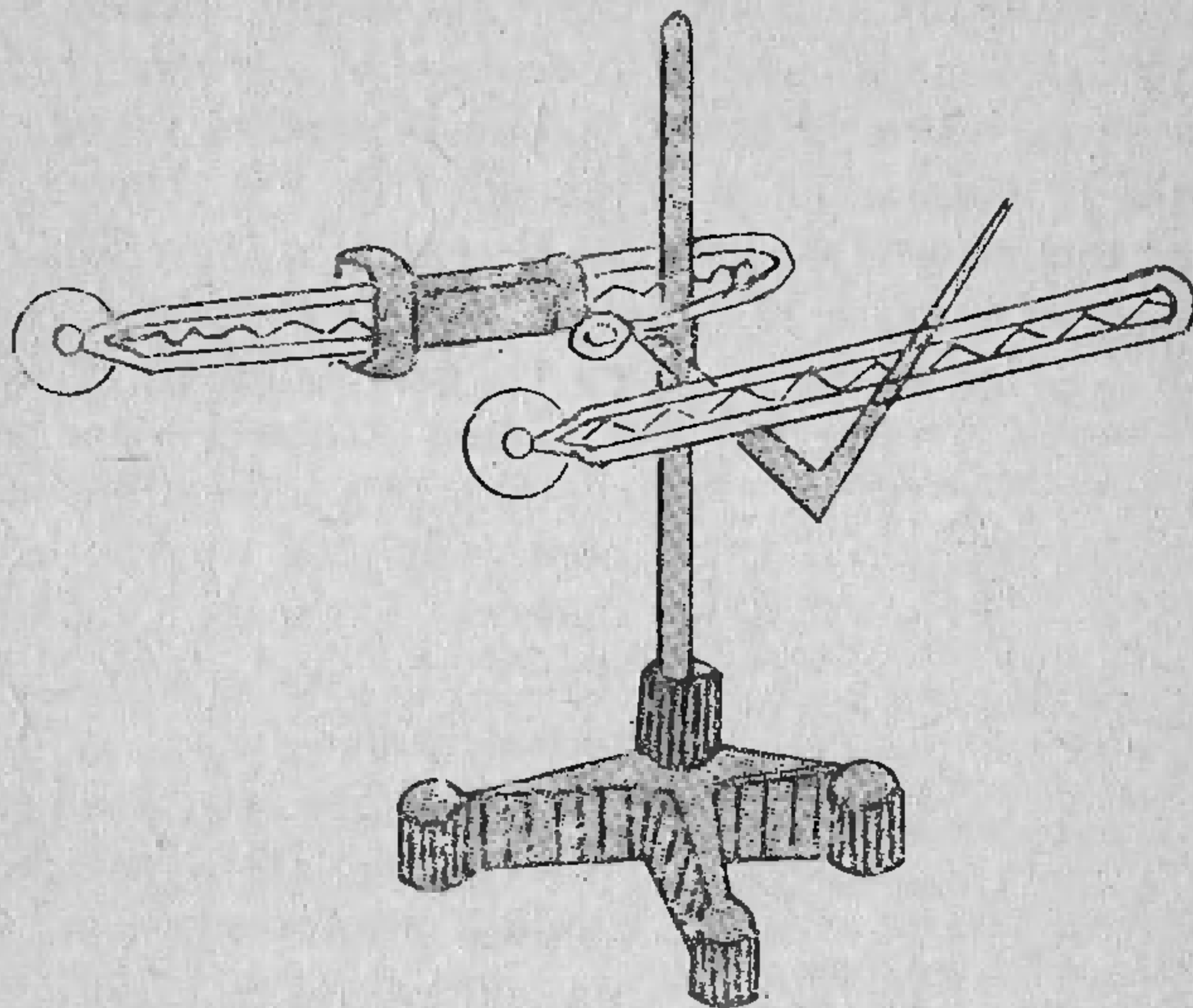


Fig. 24. — Actinometru utilizat în măsurarea radiațiilor calorice.

care se măsoară prin fenomenul de dilatare al mercurului sau a unor benzi metalice întocmai ca la termometru. De fapt un astfel de aparat numit *actinometru* (fig. 24) se

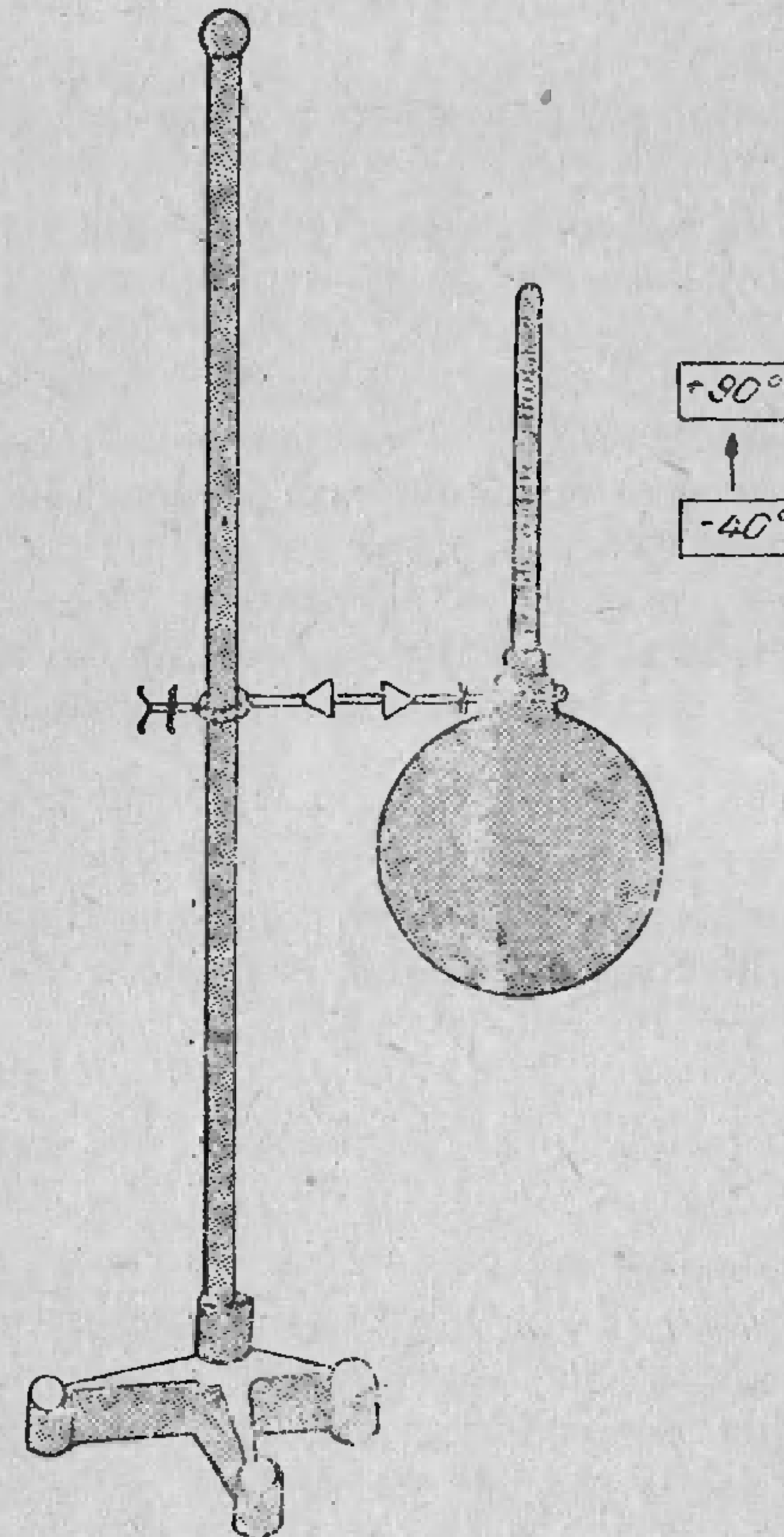


Fig. 25. — Globtermometru.



compune foarte simplu din două termometre: unul cu rezervorul negru (care absoarbe complet radiațiile), altul cu rezervorul alb (care reflectă aproape în întregime radiația). Diferența de temperatură dintre ele, înmulțită cu un factor de corecție specific aparatului, dă intensitatea radiației în calorii/cm<sup>2</sup>/min.

Un alt aparat de măsurare a fluxului radiant este *globtermometrul*, al cărui principiu se bazează pe absorbția și emisia de radiații specifice corpurilor negre (legea Prevost-Kirchhoff). El este alcătuit dintr-un termometru cu mercur al cărui rezervor este amplasat într-o sferă bimetalică din cupru și aluminiu cu pereții foarte subțiri, vopsit în interior în negru (fig. 25).

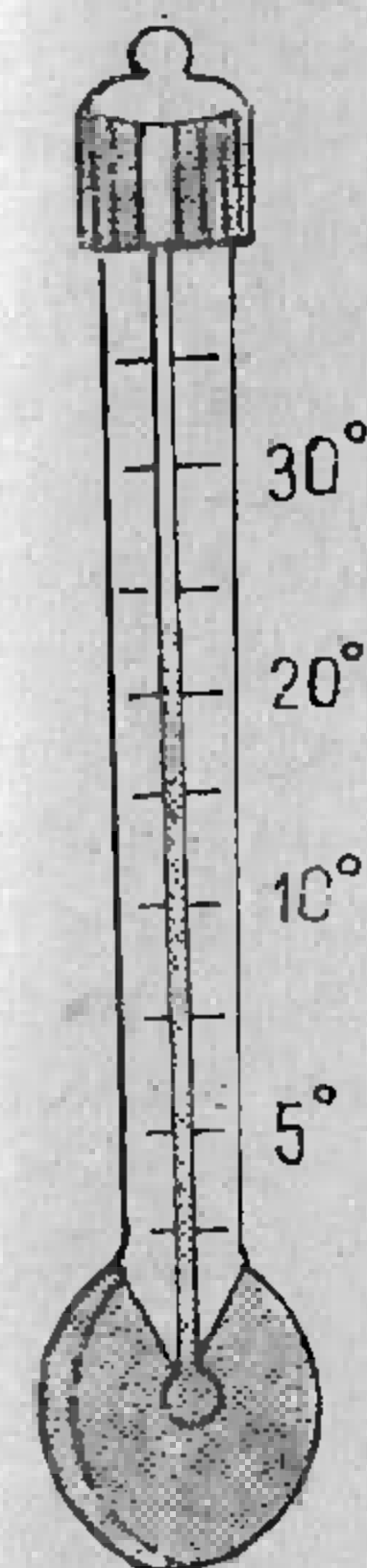
Globtermometrul se amplasează în locul în care dorim să facem determinarea și, după un timp de circa 20 minute, în care se produce o egalizare a globtermometrului și a ambianței termice datorită schimbului de căldură prin radiație și convecție, se indică temperatura medie de radiație.

Acest aparat nu se folosește foarte frecvent în practică pentru determinarea radiațiilor dar are valoare și ca model de exprimare al efectului combinat dintre temperatură și radiațiile calorice (indici complecși de exprimare ai ambianței).

Adeseori, în practică, în locul fluxului radiant, se determină temperatura unor suprafețe care emit radiații. Pentru aceasta se utilizează fie *termometre cu mercur cu rezervorul plat* (fig. 26) care se așează pe suprafața radiantă și se izolează de influența temperaturii aerului (cu vată, azbest, plută) fie *termometrele cu termistor*, bazate pe proprietățile semiconductorilor. Aceste aparate sînt prevăzute cu sonde speciale de contact cu suprafețele, excluzîndu-se astfel interferența altor factori termici din mediu.

Deși *temperatura pereților* unei încăperi de locuit, sau pentru alte condiții de viață similare, nu este strict normată din punct de vedere sanitar, se indică să nu fie deosebită cu mai mult de 4°C de temperatura aerului. Dacă, spre exemplu, temperatura aerului este de 18° iar a unui perete scade cu mai mult de 4°C, pe lîngă senzația de frig, alt inconvenient constă în faptul că vaporii de apă încep să condenseze pe perețele respectiv, ceea ce înseamnă igrasie, dezvoltarea ciupercilor, degradarea clădirii.

Din punct de vedere sanitar, se permite ca *temperatura unor corpuri pentru încălzit*, ca sobele și caloriferele, să atingă cel mult 80°C. Peste 80°C, apar efecte negative de diferite naturi. În acest sens se citează carbonizarea prafului depus pe corpul de încălzire sau uscarea aerului, cu efecte de disconfort.



#### 4.2. Indicatori de apreciere a efectului microclimatului asupra organismului cu ajutorul scărilor de comparație și echivalență termică

Numeroase încercări au fost făcute pentru a integra într-un singur indice efectele a doi sau mai mulți factori microclimatici care influențează pierderea de căldură a organismului. În acest scop, cel mai mult s-au răspîndit scările de solicitare termică egală prin care să se poată aprecia ambianțe climatice de aceeași intensitate. Prin aceste metode s-a încercat astfel să se defi-

Fig. 26. — Termometru pentru măsurarea temperaturii pereților.

nească într-un indice global diferitele condiții de mediu care pot duce la aceeași încordare fiziologică. Criteriile care stau la baza acestor indicatori sînt însă mai variate și se pot grupa astfel : fizice sau instrumentale, subiective și fiziologice.

#### 4.2.1. Metode instrumentale

Metodele fizice sau instrumentale constau în măsurători cu ajutorul anumitor instrumente special construite a doi sau mai mulți factori fizici ai ambianței climatice. Aceste instrumente sînt de fapt modele mai mult sau mai puțin aproximative ale organismului uman, în sensul că răspunsul lor, în funcție de factorii fizici ai ambianței, căută să se apropie de forma în care, prin multiple reacții, organismul omului stabilește relații de schimb termic cu ambianța.

Deci aceste instrumente au caracteristici fizice care le permit să răspundă la factorii solicitați ai ambianței termice oarecum analog organismului.

Astfel, *termometrul cu glob uscat* (negru) al lui *Mis-senard*, prin care se determină temperatura rezultantă, este constituit dintr-un cilindru a cărui manevrare fixează schimburile de căldură prin convecție și radiație într-un raport similar corpului uman. El poate fi considerat ca un model fizic care reproduce însă numai o parte din fenomenele determinate la expunerea organismului la ambianțe termice, întrucît organismul mai pierde căldură și prin alte modalități, spre exemplu prin evaporare. Acest caracter parțial se regăsește și la alte aparate din această grupă chiar dacă sînt mai perfecționate. Astfel, deși *termometrul cu glob umed* a fost conceput să realizeze schimbul de căldură cu mediul nu numai prin convecție și radiație dar și prin evaporare, nu a reușit să imite și producerea de căldură metabolică din organism care întreține

dinamica schimbului de căldură cu mediul. Desigur încercări în acest sens s-au făcut, dar nu foarte reușite, deoarece este greu să reglezi un aport de energie calorică identic cu cel realizat în mod complex în organism.

Foarte simplu, unele aparate ca spre exemplu *frigormetrul Dorno*, măsoară puterea de răcire a aerului, pe baza curentului electric consumat pentru reglarea permanentă a temperaturii aparatului între 36,5 și 37,5°C, extreme termice care imită termoconstanța corpului uman la valori aproape similare. Acest principiu este însă mult prea simplist în comparație cu gama largă de reacții pe care o implică termoreglarea.

Mai merită menționat între aceste aparate *eupateoscopul*, care măsoară un indice care include solicitarea termică produsă asupra organismului de temperatura aerului, temperatura de radiații și viteza curentului de aer. Deși omite umiditatea aerului, acest aparat este considerat destul de bun deoarece prin construcție se apropie ceva mai mult de condițiile reale ale cedării de căldură a corpului omenesc. Mărimea suprafeței sale se apropie mai mult de cea a corpului uman decît la alte instrumente similare iar suprafața care cedează căldură este încălzită imitînd mai bine suprafața caldă a pielii. Mai târziu, s-au stabilit ecuații cu ajutorul cărora indicele determinat de eupateoscop (temperatură echivalentă) poate fi calculat teoretic pe baza determinării separate a factorilor de mediu pe care îi înglobează.

Reamintim în grupa instrumentelor care măsoară efectul complex al ambianței și *globtermometrul*, aparat care permite evaluarea pierderii de căldură nu numai în funcție de temperatura aerului ci și de radiațiile calorice din mediu (fig. 25).

Unul din ultimele aparate din această grupă, conceput în America în 1968, este *aparatul pentru măsurarea indi-*



celui WBGT al lui Walters; acest indice a fost dezvoltat pe baza determinărilor separate de temperatură uscată (cu termometrul obișnuit) și umedă (cu termometrul cu bulbul umectat), temperatura la globtermometru și viteza aerului, pe baza formulei:  $0,7$  temperatura termometru-lui cu bulb umed  $+ 0,2$  temperatura globtermometrului  $+ 0,1$  temperatura termometru-lui obișnuit. Aparatul dă rezultate la fel ca cele obținute prin formulă, permițând ca pe bază de instrument să obținem o apreciere complexă a mediului, apreciere care este analogă cu aceea care va fi descrisă în continuare la scările de echivalență.

În gama instrumentelor care au fost inventate și se inventează în continuare în scopul aprecierii concomitente a acțiunii complexe a factorilor de microclimat asupra pierderii de căldură a organismului, *katatermometrul* inventat de Hill încă din anul 1916 rămîne ca un instrument preferabil, fiind cel mai simplu. Katatermometrul măsoară puterea de răcire a ambianței asupra unui corp ce-și păstrează temperatura medie la  $36,5^{\circ}\text{C}$  asemănătoare temperaturii corpului uman. Puterea de răcire a aerului depinde de toți factorii ambianței ce condiționează pierderea de căldură a corpului: temperatură, umiditate, curenți de aer și radiații calorice. Cum funcționează katatermometrul și cum se ajunge la determinarea puterii de răcire (factorul H sau *katavaloarea*), s-a arătat la determinarea vitezei curenților de aer. La modul de determinare al puterii de răcire al aerului, ca fază intermediară în determinarea vitezei curenților de aer, nu se lua însă în seamă factorul de umiditate a aerului. Pentru a se integra în complexul microclimatic și acest factor, ca participant la posibilitatea de dispersie a căldurii katatermometrului, se învelește rezervorul său inferior cu un tifon umed. Răcirea se va face astfel și prin procesul de evaporare și umiditatea va apărea integrată în puterea de răcire a aerului, calculată din factorul indicat pe aparat și timpul

de răcire, între o valoare ușor deasupra (38) și ușor dedesubtul (35) temperaturii medii de  $36,5^{\circ}\text{C}$ . Inițial în practică s-a utilizat *katavaloarea uscată*, stabilindu-se cu ajutorul ei indicații asupra acțiunii puterii de răcire a aerului asupra organismului, ținînd seama că pe suprafața katatermometrului uscat se pierde căldură de 4 ori mai mult decît la nivelul corpului uman. În industrie, în muncile cu efort fizic mediu, se consideră că dacă *katavaloarea* este între 5,5—5,6 muncitorul se găsește în stare de confort; la valori peste 7,0 simte disconfort de frig, iar la cele sub 5,0 — de cald. A face însă această analogie este oarecum simplist, deoarece termoreglarea și confortul termic nu pot fi gîndite mecanic, fără componente fiziologice specifice numai hemeotermelor.

Totuși, cu toate deficiențele pe care acest instrument le prezintă, s-au făcut numeroase încercări pentru reabilitarea și reutilizarea sa. Această atitudine ar fi îndreptățită prin faptul că între pierderea de căldură a organismului, calculată după criterii fiziologice, și *katavaloarea umedă*, există un raport reciproc bine definit între anumite limite ale factorilor de microclimat; mai concret *katavaloarea umedă* concordă destul de mult cu pierderea de căldură a organismului și reflectă destul de precis evoluția ei, între temperaturile aerului de la  $16$  la  $25^{\circ}$ , viteza curenților de aer sub  $1\text{ m/s}$  și o umiditate mijlocie. Or, aceste condiții sînt frecvent întîlnite în încăperile destinate condițiilor obișnuite de trai.

În încheiere, se subliniază totuși că analogia pe care o prezintă cu organismul uman toate aceste aparate care au fost enumerate nu valorează decît pentru estimarea globală, foarte relativă, a schimburilor de căldură dintre corp și ambianță. Nici unul dintre aceste modele instrumentale nu comportă elemente susceptibile de a simula reacții fiziologice și acest lucru este foarte greu de realizat.

#### 4.2.2. Scările de echivalență termice bazate pe criterii subiective

Criteriile subiective, respectiv senzațiile termice, stau la baza construirii scărilor de echivalență termice. Principiul lor are la bază concepția că două ambianțe în care factorii individuali de microclimat (temperatură, umiditate, curenți) sînt diferiți, dar în combinație dau aceeași senzație termică, pot fi considerate echivalente.

În primele decenii ale secolului XX F. C. Houghten și C. P. Yaglou (1923) și C. P. Yaglou și W. W. Miller (1925), de la Societatea americană pentru încălzit și ventilație, au creat o astfel de scară numită *temperatură echivalent efectivă*. Ea este foarte răspîndită și în prezent, ca un indice al celor trei parametri ai aerului: temperatură, umiditate și viteza curenților.

La baza concepției creării acestui indice s-a considerat temperatura aerului, care poate fi apreciată cel mai bine cînd aerul este imobil și saturat la maximum (umiditate relativă sută la sută) cu vaporii de apă. Se notează temperatura aerului și senzația termică. Spre exemplu, 21°C temperatură și senzația termică de cald plăcut (cald gradul unu). Dar aceeași senzație termică se poate obține într-un aer imobil și la 21,9°C temperatură, dacă umiditatea scade la 80%, sau într-un aer în mișcare (viteza curenților de 0,5 m/s) la temperatura de 23,9°C și umiditatea de 50%. Acestea sînt considerate temperaturi efective echivalente deoarece produc aceeași senzație termică. Senzația termică permite acest joc de asociere compensatorie a diferiților factori de microclimat, întrucît ea depinde de pierderea globală de căldură și mai puțin de felul cum intervine separat fiecare factor de microclimat în perceperea ei.

În urma unui mare număr de asocieri de tipul celei exemplificate, s-au stabilit toate combinațiile care dau

aceeași temperatură (echivalent efectivă) de la 0° pînă la aproape 40°C. Pe baza lor s-au trasat nomograme (fig. 27) care ne permit ca din determinarea separată a factorilor de microclimat să aflăm imediat, fără o investigație complicată, un indice global asupra ambianței termice.

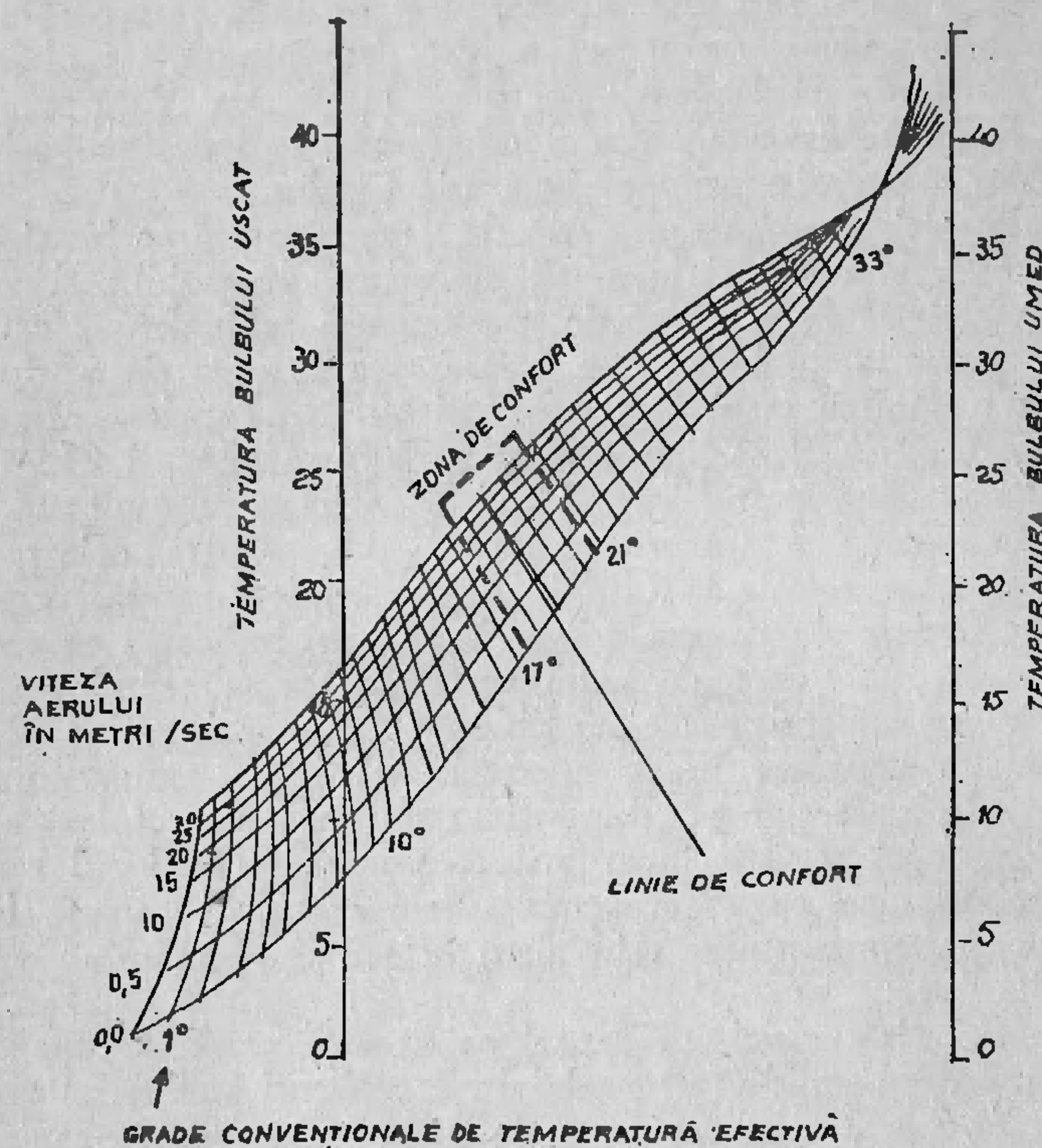


Fig. 27. — Scara temperaturilor efective.



Datele necesare sînt : temperatura aerului măsurată cu termometrul uscat, o indicație despre umiditatea aerului care se obține de la un termometru cu rezervorul umectat (temperatura umedă) și viteza curenților de aer, care se determină cu katatermometrul sau cu un anemometru foarte sensibil.

Dacă pe nomogramă se unesc cu o dreaptă cele două temperaturi și se caută intersecția ei cu linia ce reprezintă viteza curenților de aer ce a fost determinată, se obține temperatura echivalent efectivă. Intersecția corespunde pe liniile transversale din nomogramă, temperaturii echivalent efective exprimată în grade Celsius.

Paralel cu crearea scării de temperatură echivalent efective, inginerii și igienistii americani au stabilit și valori optime ale gradelor de temperatură echivalent efective, respectiv au inserat pe această scară, zona de confort termic. Pentru iarnă, aceste valori au fost cuprinse atunci între  $17,2^{\circ}$  și  $21,7^{\circ}\text{C}$  iar pentru vară între  $18,9^{\circ}$  și  $25,0^{\circ}\text{C}$ .

Scara temperaturilor echivalent efective a avut încă de la crearea ei numeroase obiecții. Una dintre cele mai serioase s-a referit la faptul că se consideră același grad de încordare a termoreglării pe baza unui indicator ca senzația termică, care, cu toată specificitatea sa, rămîne un indicator subiectiv. Această obiecție a fost printre primele atenuate deoarece înșiși creatorii scării de temperatură echivalent efective au demonstrat că dacă s-ar folosi alt indicator al testării încordării termoreglării în locul senzației termice, ca, spre exemplu, temperatura cutanată, liniile de temperatură echivalent efectivă ar rămîne valabile.

Nici alte critici, ca faptul că această scară supraestimează rolul umidității aerului în complexul ambiental termic nu au stîmjenit prea mult răspîndirea temperaturii echivalente efective. Deși o oarecare supraestimare a umidității aerului se produce pe nomograma temperaturii echi-

valent efective, este totuși mai acceptabil acest punct de vedere decît a îmbrățișa concepțiile opuse care au apărut ca ripostă negînd total importanța umidității aerului în schimbul termic dintre organism și mediu. Ne referim la noțiunile de *temperatură operativă* lansată de Winslow în S.U.A., de *temperaturi influente* concepute de Gini în Italia, de *temperatura perceptibilă* folosită adeseori în Germania etc.

O deficiență mare a scării de temperatură echivalent efectivă o constituie însă faptul că nu înglobează factorul de radiație între factorii ambianței termice, care solicită pierderea de căldură a organismului.

În aprecierea normelor zonei de confort termic în grade de temperatură echivalent efectivă în încăperi de locuit, factorul de radiație poate fi omis numai dacă temperatura aerului este egală sau aproape egală cu temperatura pereților camerei. Dar această situație specifică clădirilor tradiționale, cu pereții groși din cărămidă, nu se mai întîlnește la clădirile moderne cu pereții prefabricați din beton și alte materiale cu labilitate termică mai mare. De aceea, azi pare mai indicat a exprima ambianța termică a unei încăperi printr-un indicator care să înglobeze și factorul de radiații. Cel mai comod din acest punct de vedere este *temperatura echivalent efectivă corectată*, în sensul de a îngloba în nomogramă și factorul de radiații. Aceasta se obține fie măsurînd temperatura în locul termometrului obișnuit cu globtermometrul fie introducînd în formulă în locul temperaturii uscate o valoare care să reprezinte rezultatul :  $0,45$  temperatură aer +  $0,55$  temperatură medie a suprafețelor înconjurătoare camerei (pereți, podea, plafon).

La acest lucru s-a gîndit încă din anul 1933 profesorul Missenard din Franța și lui îi aparține corectura respectivă. Valorile astfel obținute corespund cu determinările prin indicele lui Walter și aceste două metode de apre-

ciere complexă a ambianței termice sînt considerate dintre cele mai bune și complexe chiar și la ora actuală.

#### 4.2.3. Scările de echivalență termice bazate pe criterii fiziologice

Diferite ambianțe termice pot fi considerate echivalente pe criterii fiziologice ca : temperatura centrală, temperatura cutanată, sudorația, frecvența cardiacă etc., dacă determină reacții fiziologice egale. În această grupă de indicatori se înscriu : a) *Scala temperaturilor operative a lui Gage* (care are la bază criteriul încărcărilor de căldură prin radiație și convecție impuse organismului de ambianță). b) *Indicele sudorației previzibile a lui Hamar* (care ia în considerație efectuarea integrală a termolizei prin transpirație — deci privește intensitatea pierderilor de lichide prin evaporare). c) *Indicele  $P_4SR$  al lui McArdle* (care evaluează cantitatea de sudorație în timp de 4 ore, ținînd seama nu numai de ambianță ci și de efort și de îmbrăcăminte).

Alt indicator frecvent utilizat în această grupă este *Indicele de Solicitare Termică (HSI) al lui Belding și Hatch* care este un indice al încordării reglării termice, care se bazează pe faptul că ansamblul căldurii care se poate pierde de către organism prin evaporarea transpirației este suma algebrică a căldurii elaborată de organism și a schimbului de căldură în ambianța termică (prin convecție și radiație). El se exprimă în practică prin raportul procentual dintre cantitatea de căldură ce trebuie eliminată și cea care poate fi eliminată. Spre exemplu, dacă el este 90 (se determină prin investigații complicate și interpretări pe o nomogramă) înseamnă că procentul de căldură de eliminat este 90% din posibilitățile de eliminare pe care le asigură ambianța investigată. Cînd indicele de

solicitare termică depășește 100 este vorba evident de o solicitare termică importantă deoarece căldura de eliminat este mai mare decît cea ce mediul poate primi. Muncitorii fiind aclimatizați pot suporta un mediu cald (prin scăderea în compensație a umidității aerului) pînă la valorile HSI de 170—180%, dar la atingerea acestora trebuie intervenit.

Gama acestor indicatori este mult mai mare decît cea expusă aici dar nu este cazul să fie înfățișată în totalitate, constituind *probleme de specialitate în domeniul igienei muncii, unde acești indicatori se folosesc pentru evaluarea stressului termic de cald.*



## 5. ACȚIUNEA MICROCLIMATULUI CALD ȘI RECE. TIPURI DE MICROCLIMAT

Homeostazia termică a organismului este mult îngreunată într-un mediu termic defavorabil dispersiei căldurii sale. În funcție de valorile factorilor de microclimat, de durata relației organismului cu acești factori, de particularitățile organismului expus (sex, vîrstă, stare de sănătate, nutriție și antrenament prin expuneri similare anterioare), omul se poate adapta sau poate prezenta tulburări cu caracter fiziopatologic. În special în industrie există nenumărate locuri de muncă cu un *microclimat* care ridică astfel de probleme.

Ne referim în primul rînd la locurile de muncă *cu temperatură și umiditate ridicate*, această asociație fiind dintre cele mai negative pentru bilanțul termic al organismului. Prin temperatura ridicată se împiedică schimbul de căldură prin conducție-convecție, iar prin umiditatea înaltă și cel prin evaporare.

Uneori temperatura și umiditatea ridicată sînt impuse de înseși necesitățile proceselor tehnologice, ca spre exemplu filaturile de bumbac și de lînă. Alteori, acești factori sînt degajați în decursul procesului tehnologic chiar dacă

nu sînt utili, aceasta fiind situația din vopsitorii, spălătorii, călătorii, distilerii, fabrici de zahăr, conserve etc. O temperatură ridicată și o umiditate mare se mai întîlnesc și în minele de exploatarea cărbunelui, a metalelor și a altor zăcăminte subterane. Cu cît mina este mai adîncă, cu atît temperatura este mai ridicată, deoarece la fiecare 100 m în profunzime temperatura crește cu 2,5°C.

În sălile publice de adunări, spectacole, în camere mari de spital supraîncălzite și foarte aglomerate, se poate crea de asemenea un microclimat cald și umed.

Un alt tip de *microclimat* este cel *cald și uscat*, întîlnit în industria siderurgică (furnale, cuptoarele Siemens-Martin, turnătorii de fontă și oțel, cocserii, laminare, secții de pregătirea minereurilor), industria metalurgică constructoare de mașini (ateliere de topire și turnare a fontei, oțelului, metalelor neferoase), industria termoelectrică (sala turbinelor și cuptoarele de vaporizare din termocentrale), fabricile de ciment, cărămizi, teracotă, sticlă, industria cauciucului, fabricile de pîine și alte produse alimentare, fabricile de săpun etc. În muncile agricole grele, prestate exclusiv manual în trecut, în sezonul de vară se creau de asemenea condiții grele de menținere a echilibrului termic. Dacă în repaus cantitatea de căldură produsă de organism este de circa 70 cal/oră, în timpul efortului intens, specific muncilor agricole manuale, ea poate atinge pînă la 300—400 cal/oră, ceea ce necesită și o eliminare sporită cu totul dificilă în ambianța foarte caldă și uscată a verii.

Ridicarea temperaturii aerului se asociază de regulă și cu creșterea radiației calorice naturale sau emise în spații închise de corpuri încălzite (cuptoare, topitorii, radiatoare), ceea ce îngreunează și mai mult dispersia de căldură a corpului uman.



Foto 2. — Expunere la căldură și radiații calorice.

Sensibilitatea la căldură diferă de la persoană la persoană, în funcție de o serie de factori individuali. Persoanele obeze, alcoolice, cele suferinde de ateroscleroză sau hipertiroidism, sînt mult mai sensibile la căldură. În raport cu vîrsta și sexul, persoanele mai în vîrstă și femeile suportă mai greu căldura.

O rezistență specială o conferă gradul de aclimatizare. S-a constatat astfel că persoanele expuse gradat, prin repe-

tiție, la temperaturi ridicate, dobîndesc o rezistență artificială (deosebită de cea genetică sau naturală) și fac față pierderilor de căldură fără alte efecte secundare negative. Spre exemplu, se știe că prin transpirația sporită apărută în ambianțe foarte calde, mai ales în timpul unui efort fizic, se pierd diferite substanțe din organism (sudoarea conține clorură de natriu între 0,1—0,8%, aminoacizi, vitaminele B<sub>1</sub>, C etc.). Or, la persoanele aclimatizate, aceste substanțe sînt prezente în sudoare în cantități mult mai mici.

Microclimatul cald produce efecte *immediate* în funcție de intensitatea sa. Dacă este moderat, determină modificări patologice ușoare, iar dacă este excesiv, produce tetanie sau crampe calorice (prin dezechilibrul hidrosalin) și șoc caloric (prin epuizarea centrilor termoregulatori).

*Manifestările patologice ușoare imediate ale microclimatului cald* se caracterizează printr-o gamă largă de simptome. Senzația termică este de căldură și înăbușire. Pielea se prezintă caldă și umedă. Apare tahicardia, ca urmare a efortului cardiac în redistribuirea sîngelui pentru asigurarea vasodilatației tegumentelor, și dispneea, ca răspuns la intensificarea evaporării la nivelul căilor respiratorii precum și a creșterii consumului de oxigen de către organism. Pulsul este accelerat, iar tensiunea arterială poate scădea (ca urmare a scăderii tonusului vaselor periferice) sau crește (dacă se adaugă un efort fizic). Sîngele suferă o hemoconcentrație și o creștere a vîscozității datorită pierderii de apă prin transpirație. Urina este redusă și concentrată, deoarece, crescînd transpirația, scade eliminarea lichidelor pe cale renală de la 50—70%, cît este normal, la numai 10—15%. Consecutiv pot apărea fenomene de iritație și infecție pe căile urinare. Secrețiile digestive și aciditatea gastrică diminuează ca urmare a pierderii de cloruri pe de o parte (prin transpirație), și inge-



ării de mari cantități de apă, pe de altă parte. Tulburările digestive îmbracă uneori un caracter puternic precum pânind față de celelalte simptome, chiar față de cele cardiovasculare, care sînt cel mai adesea pe primul plan. În această fază, nu sînt modificări obiective neurologice, dar se observă o diminuare a capacității intelectuale, amețeli, grețuri, dureri de cap, paretezii.

Diferitele manifestări ale expunerii moderate la un microclimat cald pot să îmbrace adeseori aspectele unor îmbolnăviri greu de diagnosticat.

*Manifestările patologice grave imediate de tipul tetaniei și șocului caloric* sînt prezentate în continuare, deși mai rar întîlnite, ca exemple de ceea ce poate însemna în extremis pentru organism microclimatul cu temperaturi ridicate.

*Tetania* apare la diferite temperaturi în funcție și de efortul fizic. De regulă ea apare la temperatura aerului de peste 40°C, dar dacă efortul fizic este foarte intens poate apărea și la 36°C. Boala începe prin senzația de sete, oboseală, vărsături, dureri de cap, oligurie (scăderea cantității de urină). Temperatura corpului poate fi normală sau ușor crescută. Pulsul este neregulat și atinge ca frecvență 120 bătăi pe minut, iar respirația devine dificilă. Treptat apare o stare de excitație nervoasă pînă la agitație, sau anxietate puternică, corpul este acoperit de transpirație, iar mușchii, în special cei mai solicitați de efortul fizic, fac crampe foarte dureroase. Ceea ce generează aceste crampe, care constituie simptomul major al suferinței, este pierderea de clorură de sodiu și apă din sînge ca urmare a deshidratării. De aceea, cea mai bună metodă de a scoate o persoană din starea de crampă calorică, este de a-i da să bea sifon cu sare de bucătărie.

*Șocul caloric* este o formă și mai gravă de acțiune a ambianței calde. El presupune efort fizic într-o

ambianță cu temperatura mai mare decît temperatura corpului, umiditatea crescută și absența curenților de aer.

În stadiul de început pot fi prezente simptome datorită deshidratării, ca spre exemplu crampele calorice. În perioada de stare sînt caracteristice consecințele scoaterii din funcțiune a mecanismelor de termoreglare: creșterea temperaturii corpului și dispariția secreției sudorale. În faza de stare inițială pielea este roșie, uscată, caldă, iar pulsul și respirația rapide, conștiința obnubilată. În faza de stare finală pielea devine cianotică, tensiunea arterială scade foarte mult (colaps), respirația devine superficială, apar zgomote în urechi, ceață în fața ochilor, temperatura crește treptat spre 41—42°C, cel expus devenind adinamic (inițial poate fi agitat psihomotor pînă la convulsii) și intră în comă. Hipertermia produsă cu toate consecințele ei poate duce la moarte. Sînt foarte rare ocaziile în care omul ar putea ajunge în contact cu un mediu termic atît de nociv. La primele semne de șoc termic cel afectat va fi dus din mediul respectiv într-un alt loc mai răcoros și i se vor face băi sau dușuri calde cu temperaturi din ce în ce mai scăzute. La nevoie se intervine cu oxigeno-terapie. De asemenea administrarea de clorură de sodiu este foarte indicată.

Cei sensibili vor evita condițiile care duc la tetania calorică sau șocul termic. De obicei, se obține o adaptare progresivă la un mediu cald, într-o perioadă destul de scurtă de timp — între 1 și 3 săptămîni, — cu condiția să nu se întrerupă contactul zilnic cu mediul respectiv. Această adaptare se consolidează însă în 4—6 luni, în care condițiile de expunere trebuie de asemenea repetate iar omul supravegheat. Dacă o persoană nu prezintă semne de adaptare în decursul a circa 3 săptămîni, la condițiile unui microclimat mai cald, sau face accidente grave, va fi considerată sensibilă și deci va evita total alte expuneri ulterioare.

Accidentele termice de tipul celor enumerate mai sus nu trebuie în general să îngrijoreze, deoarece în viața de toate zilele, omul nu are contact cu ambianța termică la care să nu fie adaptat ontogenetic și filogenetic.

Problema expunerii profesionale la supraîncălzire pentru muncitorii din industrie se rezolvă cu multă grijă. Ei sînt selecționați după rezistența pe care o au la acest mediu și se urmărește aclimatizarea lor treptată. Muncitorii din industrie sînt urmăriți medical pentru a nu suporta consecințele defavorabile ale unei ambianțe care împiedică bilanțul termic normal al organismului cu mediul. *Reducerea efectelor microclimatului cald din industrie* se obține prin diferite soluții ca : *dușurile de aer* care activează pierderea de căldură prin convecție și conducție, *îmbrăcăminte care să asigure ventilație subvestimentară și protecție față de radiațiile calorice*, *perdele de apă* în fața surselor ce degajă căldură și *automatizarea cît mai înaltă în procesele de producție* ce se desfășoară la temperaturi ridicate.

În afara efectelor imediate, un microclimat chiar moderat, produce în timp *efecte cronice*, mai ales dacă este vorba de o acțiune permanentă de 24 de ore ca în cazul locuințelor supraîncălzite.

Acțiunea îndelungată a căldurii poate duce la diferite consecințe ca : *hipotensiunea arterială, creșterea frecvenței bolilor cardiace, inapetență, și alte tulburări gastrointestinale ca gastrite, colite, gingivite ; iritația rinichiului, anemie, infecția pielii, neurastenii, ideatie lentă, deficiențe de atenție și memorie, hipofuncția corticosuprarenală*. Desigur, nu este prea ușor a diferenția în grupa cauzelor care produc aceste tulburări rolul căldurii, dar cert este că ambianța prea caldă ar putea fi o cauză a lor.

Sperăm că cele spuse să fie argumente pentru a se accepta, acolo unde condițiile de muncă n-o impun, un me-



Foto. 3. — Automatizarea majorității proceselor de producție permite desfășurarea muncii în condiții termice foarte bune.



diu mai mult rece decât cald, cu o ușoară mișcare decât stagnant, deoarece acest mediu este mai propice nu numai termoreglării ci și altor funcții ale organismului.

O altă categorie de microclimat care poate influența negativ organismul este *microclimatul rece*. De la început trebuie spus că în general organismul uman este mai rezistent la scăderea temperaturii ambiante decât la creșterea ei. Bineînțeles, există anumite limite. Efectele frigului nu sînt de dorit, deoarece, cu toată rezistența organismului (viața poate fi salvată și la scăderea temperaturii corpului cu 10—15°C sub normal), se produc modificări fiziopatologice și îmbolnăviri.

*Local*, frigul produce *spasme vasculare, resimțite prin amorțeli, furnicături, pierderea sensibilității, îngreunarea mișcărilor extremităților*.

Acțiunea generală a frigului asupra organismului se manifestă în două faze. În prima fază, numită și *faza de luptă*, pentru a menține echilibrul termic se produce vasoconstricție, *tahicardie, hipertensiune arterială, hemoconcentrație, tahipnee, creșterea metabolismului*. Poate crește ușor glicemia și temperatura corpului. În *faza de decompensare se intră în hipotermie, metabolismul scade, ritmul cardiac devine rar și aritmic, respirația lentă și superficială, tensiunea arterială se prăbușește*. Mintal, cel afectat prezintă o stare confuzională și nu mai reacționează normal la lumină prin micșorarea pupilei. *Moartea apare prin oprirea inimii sau respirației*. De asemenea, afectarea sistemului nervos central poate fi o cauză a încetării vieții la temperaturi extrem de joase datorită anoxemiei cerebrale (la frig hemoglobina nu mai cedează oxigenul cel transportat la țesuturi).

Omul este expus foarte rar acțiunii intense a frigului, deoarece el beneficiază de îmbrăcăminte ca un mijloc excelent de protecție. Agricultorii, paznicii, constructorii, muncitorii forestieri, marinarii și cei care lucrează în instalații

frigorifice (depozite de gheață, de alimente) *uzează de costume cu straturi de aer izolatoare* (cu cît stratul de aer izolator este mai mare, cu atît protecția contra frigului este mai bine realizată) și *de încălțăminte cu fețe groase și talpă bine izolată*, care îi ferește de pierderea mare de căldură și acțiunea directă a frigului.

Totuși, în viața de toate zilele sînt destul de frecvente afecțiunile favorizate de o expunere accidentală la frig sau de acțiunea mai îndelungată a unui microclimat chiar numai moderat mai rece. În afecțiunile accidentale se citează *angionevrozele, degerăturile, mialgiile, artritele, nevralgiile, rinitele, bronșitele, pneumoniile acute, glomerulonefrita acută*.

Acțiunea cronică a frigului este incriminată în *reumatismul poliarticular cronic, nevralgiile și nevritele cronice, în afecțiunile vasculare periferice (endarterita obliterantă), bolile respiratorii etc.*

În general, persoanele neantrenate expuse la frig și variații termice au o rezistență mai scăzută la infecții. Forțele de protecție imunobiologică a organismului diminuează în cazul scăderii temperaturii corpului iar reflexele vasoconstrictive din organele interne le anemiează și predispun la infecții. Frigul produce și alte tulburări locale și generale care explică intervenția sa în starea de sănătate a omului.

*Persoanele bine adaptate la frig fac însă față în limite destul de largi acțiunii temperaturii scăzute*. O persoană adaptată față de una neadaptată prezintă o reacție mai promptă și mai intensă atît în ceea ce privește creșterea termoproducției (metabolism) cît și scăderea termolizei (prin vasoconstricție periferică).

*Microclimatul dinamic* cu variații bruște de temperatură de la frig la cald și invers este un alt tip de microclimat la care omul este de asemenea solicitat adesea să-i facă față.



Foto. 4. — Călirea organismului se începe din copilărie.

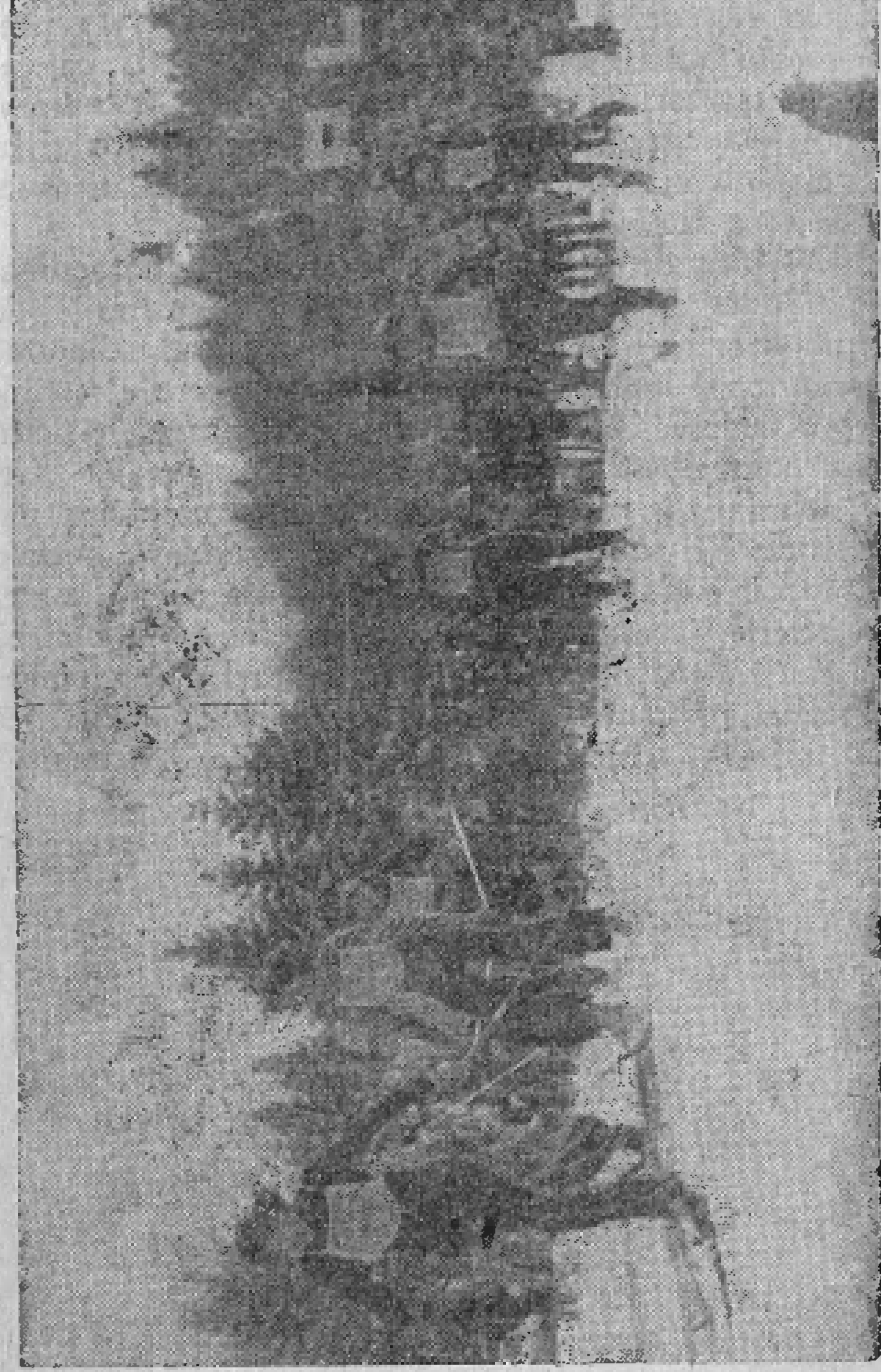


Foto 5. — Diferitele competiții sportive sînt un factor excelent de menținerea rezistenței organismului și puterii sale de adaptare la ambianțe diferite.



Adaptarea la variațiile bruște de microclimat cunoscută și sub denumirea de *călirea organismului* presupune o foarte bună labilitate vasculară, respectiv ca vasele sanguine periferice să poată trece ușor de la vasodilatație la vasoconstricție sub influența excitanților calzi sau reci, variabili în timp. Aceasta se obține ca și în cazul adaptării la rece sau cald, prin antrenament.

Spre deosebire de microclimatul de seră, microclimatul dinamic duce la creșterea rezistenței organismului la diverse îmbolnăviri. Bineînțeles, microclimatul dinamic pentru a rămâne o ambianță sanogenetică se cere a fi bine dozat, să nu depășească posibilitățile de adaptare ale omului. În caz contrar, se ajunge la îmbolnăvire gravă. Cei mai bine aclimatizați oscilațiilor microclimatului sînt oamenii care prin băi sau dușuri alternează excitantul termic cald-rece, fac exerciții fizice și sport, băi de aer și soare.

În încheierea acestui capitol ținem să subliniem că adaptarea sau călirea organismului obținută la un moment dat la diferite ambianțe termice nu este permanentă, ea necesitînd o întreținere disciplinată ca în orice deprindere.

## 6. ZONA DE CONFORT TERMIC. NORME SANITARE

Confortul termic este o stare pe care omul din zilele noastre o pretinde în cele mai diferite condiții. În locuință, la locul de muncă, într-un tren, într-o sală de studiu sau spectacol, omul vrea să se simtă confortabil în primul rînd din punct de vedere termic. Pentru a rezolva această problemă a fost nevoie în primul rînd să se cunoască ce înseamnă pentru majoritate, confortul termic. Aceasta a dus la stabilirea unor *zone de confort termic* care înglobează *acel ansamblu microclimatic* (cu toți factorii care îl compun) care asigură la un număr cît mai mare de oameni, *senzația de confort termic*.

Practic, zona de confort termic se exprimă într-un indicator care înglobează factorii de microclimat (spre exemplu în grade de temperatură echivalent efectivă) și se stabilește prin experimentări pe loturi de persoane sănătoase, tinere, bine aclimatizate. Acestea sînt utilizate la testarea unor ambianțe microclimatice diferite. Cînd marea majoritate din cei testați au senzația de confort termic se consideră că ambianța respectivă constituie condiția ideală de confort și se notează ca *linia de confort termic*. Niciodată însă, sută la sută din cei testați nu vor decla-

ra ca optimă aceeași ambianță termică, ci în medie 90% va reprezenta majoritatea care decide. De o parte și de alta a liniei de confort există ambianțe termice apropiate în care cel puțin 50% din persoanele testate au senzația de confort. Acestea constituie *zonele medii de confort termic*.

Zona de confort într-un înțeles și mai larg este delimitată de o limită superioară și una inferioară, dincolo de care sută la sută din persoanele folosite în experimentări au senzația de cald și respectiv de frig. În cadrul zonei de confort termic nu trebuie să fie perceput nici cald nici rece, specifică fiind senzația de *neutralitate termică*.

Zona de confort termic este desigur o noțiune relativă, de aceea ea se fixează în limite mai largi, ca în cadrul ei în funcție de diferiți factori care influențează confortul să se adapteze microclimatul unei încăperi.

Spre exemplu, în sezonul de *iarnă* limitele erau pentru SUA de 17,2 și 21,7°C, pentru Anglia de 13,9 și 17,2°C, pentru URSS de 15,0 și 23,0°C (temperatură echivalent efectivă).

Zona de confort termic *vara* are o valoare mai ridicată decât iarna; spre exemplu, în aceleași țări (tot în grade de temperatură echivalent efectivă) limitele zonei de confort erau: de 18,9 și 25,0°C în SUA, de 20,0 și 22,8°C în Anglia, și de 18,0 și 28,0°C în URSS. Această diferență este dată de adaptarea sezonieră la cald din timpul verii ca și de specificul îmbrăcămînții.

Limitele zonei de confort termic depind, așa cum am arătat și în exemplele de mai sus, desigur și de latitudinea geografică cu caracteristicile ei climatice. În zonele mai reci cei adaptați la frig vor prefera temperaturi mai scăzute și în încăperile de locuit, de lucru, sport etc.

Felul de alimentație și îmbrăcăminte a populației constituie de asemenea un factor local care influențează limitele zonei de confort termic în mod diferit de la țară la țară, de la zonă la zonă. În încăperile de muncă în care se depune efort fizic, zona de confort termic include o temperatură redusă cu 2—3°C decât în cele în care activitatea este statică, deoarece, așa cum s-a văzut, efortul fizic se asociază cu producerea de căldură, care — pentru a nu produce hipentermia corpului — trebuie să se elimine într-un mediu ce permite accelerarea pierderii de căldură.

Așadar, *zona de confort termic prezintă o serie de variabile ce țin de individ, zona geografică și climatică, alimentație, tradiția îmbrăcămînții, destinația spațiului pentru muncă sedentară sau efort fizic etc.*

Este de remarcă însă că în țara noastră, spre deosebire de alte țări cu climă asemănătoare, zona de confort termic era mult mai ridicată. Diferența ține de obișnuința mai veche a poporului nostru. S-a preferat cumva încălzirea din plin a încăperilor destinate locuitului sau activității sedentare, în locul unui regim de economisire a combustibilului de care în țara noastră nu s-a dus lipsa din alte țări ale lumii. De asemenea, în trecut, față de alte țări, în România burghezo-moșierească nu a existat preocuparea pentru călirea organismului fiecărui cetățean prin activități sportive de masă. Acest lucru îl realizează azi mișcările sportive de masă ca „Daciada” și în general cadrul de viață demnă al oamenilor muncii din România socialistă, în care sportul și educația fizică în general, ocupă un loc de cinste.

Este bine că azi în țara noastră s-au realizat condiții ca fiecare să-și poată căli organismul prin sport, să devină mai rezistent la ambianțe termice mai puțin calde, în-



trucît penuria de combustibil care se simte actualmente în lume a dus la măsuri cu privire la reducerea temperaturii aerului din încăperi și în țara noastră. Standardele de încălzire a locuințelor au fost revizuite. Spre exemplu, s-a scăzut cu  $2^{\circ}\text{C}$  temperatura de încălzire iarna, respectiv de la  $20^{\circ}\text{C}$  la  $18^{\circ}\text{C}$  (stas 1907/1979). Nu este o scădere foarte importantă, deoarece, așa cum arătam, ne găseam într-un serios surplus al încălzirii locuințelor față de multe țări cu condiții climatice asemănătoare.

De altfel, dată fiind problema combustibilului în lumea întreagă, și în alte țări mult mai dezvoltate economic decât sîntem noi în prezent, s-a luat de asemenea hotărîrea să se reducă încălzirea cu  $1-2^{\circ}\text{C}$ .

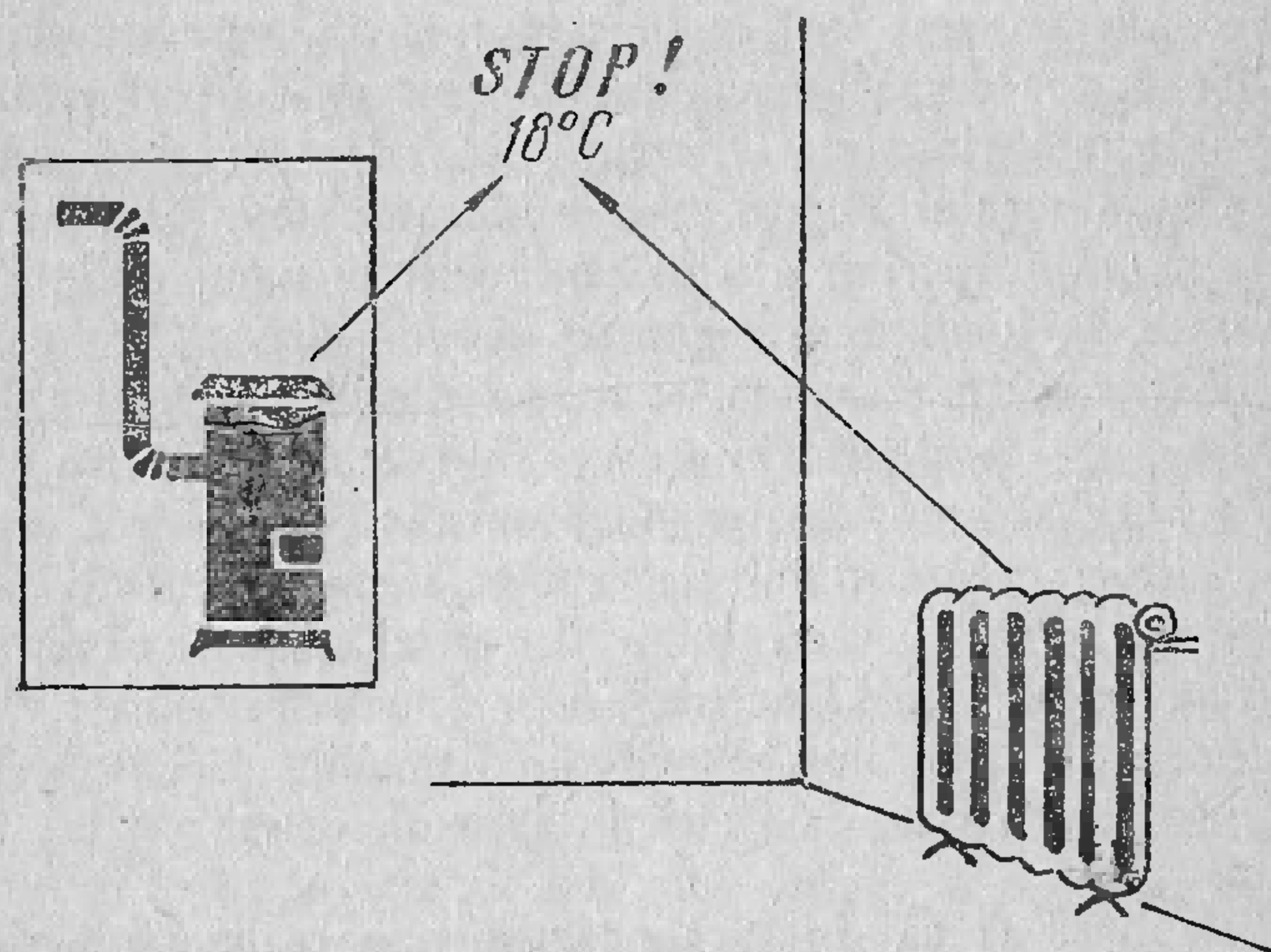


Fig. 28. — Indiferent de tipul de încălzire al încăperilor de locuință temperatura aerului să nu depășească  $18^{\circ}\text{C}$ .

Concomitent locatarii sînt sfătuiți să-și reducă pierderile de căldură din casele lor prin diferite soluții pe care vi le propunem și dumneavoastră.

Astfel izolarea ușilor și ferestrelor economisește 6—8% din căldura necesară încălzirii camerei. La ușile de intrare în apartamente se recomandă montarea de bureți textili. Ferestrele trebuie bine chituite și etanșeizate cu benzi elastice compresibile de tip purfix. Geamurile vor fi neapărat duble, deoarece pentru un geam simplu pe vreme geroasă se pierde în jur de 20% din căldura camerei.

Intrucît 40% din căldura încăperilor se pierde prin pereți, pentru a reduce această modalitate de răcire a camerelor se poate aplica la interior o tencuială specială cu granule de polistiren celular și perlit sau se pot folosi panouri cu proprietăți termoizolante. Se recomandă totodată etanșarea rosturilor dintre tocul ferestrei și zidărie și eventualelor rosturi pe peretele exterior, la îmbinarea panourilor etc.

Mai menționăm că izolarea față de sol realizează o economisire a încălzirii camerelor în jur de 10% dacă locuința este fără etaj, adică cu podeaua direct pe sol.

În unele locuințe conductele calde ce merg la corpurile de încălzit sau baie nu sînt izolate în zid pierzîndu-se din căldură pe traiectul lor. De aceea se recomandă o izolare a lor prin îngroparea în zid sau învelirea cu substanțe izolante ca vata de sticlă, fetru etc.

Caloriferele trebuie spălate periodic în scopul îndepărtării sedimentelor de pe pereții interiori și a golurilor de aer, ceea ce permite o încălzire mai uniformă a lor și ca atare mai eficientă.

În cazul că fiecare își asigură încălzirea casei este necesară revizuirea periodică anuală a instalațiilor de ardere și încălzire. Întreținerea corectă a instalațiilor de încălzire aduce o economisire cu 20% a combustibilului.

În sfârșit, ar mai fi de adăugat că este economicos ca în timpul nopții, când corpul nostru este învelit, temperatura aerului din cameră să scadă la 16—17°C. Coborîrea temperaturii cu 1°C realizează o economie de energie de circa 7%. De aceea ideal este ca toate corpurile de încălzit să aibă dispozitive de reglare automată a temperaturii după orele zilei.

Avînd în vedere că sursele tradiționale de material energetic pentru încălzit se pot epuiza, se încearcă să se obțină alte modalități de obținere a energiei necesare încălzirii locuințelor. Aceasta se referă în special la modalitățile de înlocuire a energiei calorice clasice obținute din cărbune, gaze naturale, petrol, cu cea dată de către radiația solară. Cercetarea științifică românească a obținut remarcabile progrese pe plan mondial în acest sens. Republica Socialistă România se situează printre primele țări din lume care dispun de o înaintată bază experimentală de încălzire solară a blocurilor de locuințe.

Dar chiar cînd încălzirea locuințelor va deveni o problemă ieftină la îndemîna oricui, nu trebuie să se treacă la băi de aer cald, în care greșit omul s-ar complăce conform anecdotelor sale condiții de locuitor foarte îndepărtat al podișului Pamir din care a descins. Azi el nu-și mai poate, în mod logic, înrăutăți schimbul termic al organismului, supraîncălzind ambianța spațiilor construite în care trăiește în majoritatea timpului, numai pentru că senzația de cald a fost în trecutul său îndepărtat modul în care a perceput valoarea termică a ambianței.

Mult mai sanogenetic este a nu percepe mediul nici cald nici frig, adică ne găsim în zona de neutralitate termică. Așa cum am arătat de la începutul lucrării, constanța temperaturii corpului uman, condiție a vieții, se poate obține în limitele destul de largi ale parametrilor termici ai

ambianței ce ne înconjoară, dar cu eforturi costisitoare din partea organismului, prin angrenarea prea intensă în termoreglare a funcțiilor de bază ale organismului. Prin investigații științifice obținute în timp, omul cunoaște azi exact care este ambianța termică optimă pe care trebuie să și-o realizeze ca această termoconstanță a corpului său, să nu coste eforturi suplimentare.

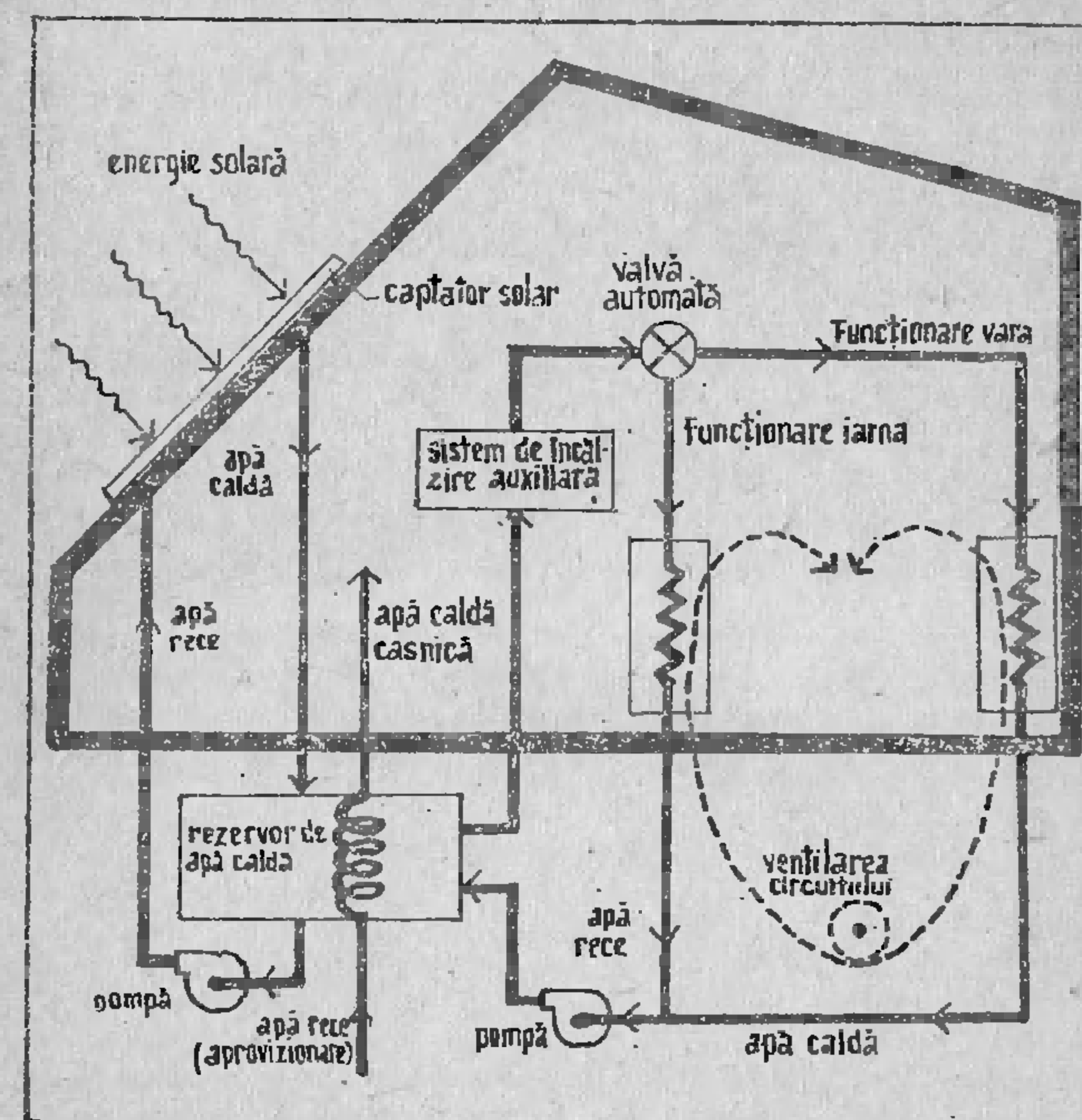


Fig. 29. — Schema unei case solare, cu instalații de încălzire și de răcire a ambianței, prin energie solară (reprodusă din „Să ieșim din epoca risipei” — Al patrulea raport al Clubului de la Roma, Paris, Dunod, 1976.



Baia de aer cald, în care mulți credeau că trăind iarna sînt în condițiile cele mai excelente de bunăstare din punct de vedere termic pentru organism, era o greșeală.

Mai degrabă, să nu ne temem de cele 2—3°C cu care azi, pe baza unor criterii economice, se cere să răcim ambianța caselor și multora din locurile noastre de muncă, întrucît, așa cum s-a argumentat cu certe date științifice, *organismul rezistă mai bine la frig decît la cald.*

## TABLA DE MATERII

	Pag.
1. 3 000 de calorii elimină omul în 24 de ore în mediul înconjurător . . . . .	5
1.1. Radiația . . . . .	9
1.2. Conducția . . . . .	11
1.3. Convecția . . . . .	13
1.4. Evaporarea . . . . .	14
2. Cum reușește organismul uman să-și regleze temperatura? .	17
2.1. Termoreglarea în condiții de ambianță rece . . . . .	22
2.2. Termoreglarea în condițiile ambianței calde . . . . .	26
2.3. Care sînt limitele de constanță a temperaturii corpului realizate prin termoreglare? . . . . .	33
3. Cum se poate aprecia încordarea sistemului de termoreglare al organismului? . . . . .	41
3.1. Temperatura cutanată . . . . .	41
3.2. Temperatura centrală . . . . .	46
3.3. Sudorația și intensitatea sa . . . . .	47
3.4. Măsurarea frecvenței pulsului, frecvenței amplitudinii respiratorii, mărimii tensiunii arteriale . . . . .	49
3.5. Timpul de latență la diferiți excitanți . . . . .	49
3.6. Senzația termică . . . . .	50
4. Complexul activ microclimatic ca factor ce acționează asupra echilibrului termic al organismului . . . . .	52

	Pag.
4.1. Determinarea și interpretarea fiecărui factor de microclimat	55
4.1.1. Temperatura aerului	56
4.1.2. Umiditatea aerului	63
4.1.3. Curenții de aer	71
4.1.4. Radiațiile calorice și temperatura suprafețelor	75
4.2. Indicatori de apreciere a efectului microclimatului asupra organismului cu ajutorul scărilor de comparație și echivalență termică	79
4.2.1. Metode instrumentale	80
4.2.2. Scările de echivalență termice bazate pe criterii subiective	84
4.2.3. Scările de echivalență termice bazate pe criterii fiziologice	88
5. Acțiunea microclimatului cald și rece. Tipuri de microclimat	90
6. Zona de confort termic. Norme sanitare	103

Redactor de carte : Dr. ALEX. SCUREI  
Tehnoredactor : VIOLANDA LEORDEANU

Bun de tipar : 7.XII.1981.  
Formatul : 32/70×100  
Hârtie : Scris I A 70×100/44,1  
Coli de tipar : 3,5



Tiparul executat sub cd. 271 la  
Întreprinderea poligrafică Iași  
str. 7 Noiembrie nr. 49.





EDITURA MEDICALA

Lei 2,60